ICS 29.260.20
K 35

中华人民共和国国家标准

GB 3836.3—2010/IEC 60079-7:2006
代替 GB 3836.3—2000

爆炸性环境
第3部分:由增安型“e”保护的设备

Explosive atmospheres—
Part 3:Equipment protection by increased safety“e”

(IEC 60079-7:2006,IDT)

看样机械

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 …… 1
3　术语和定义 …… 3
4　对所有电气设备的结构要求 …… 5
5　专用电气设备的补充要求 …… 14
6　型式检查和型式试验 …… 26
7　例行检查和试验 …… 33
8　Ex 元件防爆合格证 …… 34
9　标志和使用说明书 …… 34
附录 A（规范性附录）　鼠笼转子电动机：试验和计算方法 …… 37
附录 B（规范性附录）　特殊结构的电阻加热元件或电阻加热器（电伴热除外）的型式试验 …… 39
附录 C（资料性附录）　鼠笼转子电动机：运行中的热保护 …… 40
附录 D（资料性附录）　电阻加热元件和加热器：附加电气保护 …… 41
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 …… 42
附录 F（资料性附录）　铜导线尺寸 …… 44
附录 G（资料性附录）　潜在的定子绕组放电危险评价：点燃危险系数 …… 45
附录 H（规范性附录）　T8 型、T10 型和 T12 型灯管的试验程序 …… 46
附录 I（资料性附录）　用“设备保护级别”的方法对防爆设备进行危险评定的介绍 …… 50

看准机械

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：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 Ca 级的设备。

……

本部分为 GB 3836 系列的第 3 部分，本部分等同采用 IEC 60079-7:2006《爆炸性环境　第 7 部分：由增安型“e”保护的设备》（英文版）。本部分在技术上同 IEC 60079-7:2006 完全一致，仅作了一些编辑性修改。

本部分代替 GB 3836.3—2000《爆炸性气体环境用电气设备　第 3 部分：增安型“e”》。

本部分与 GB 3836.3—2000 相比，主要变化如下：

——增加了 6 条新的术语；

——修改了电气连接；

——修改了爬电距离和电气间隙表中的电压等级和相应的数值及相关的注；

——增加了对设有排水孔或通风孔的 I 类设备外壳防护等级的规定；

——增加了内有本质安全型电路或部件的外壳防护等级的规定；

——增加了对可能产生气隙火花的转子结构进行评价的要求；

——增加了对旋转电机绕组的要求；

——增加了对旋转电机转轴密封的相关要求；

——增加了对定子绕组接线端子的极限温度要求；

——增加了对高压电机的评定和试验要求；

——修改了灯具的灯座和灯头的要求，取消了原标准的附录 A，将其内容列入正文，并增加了相关

看资机械

要求；

——增加了管式双插脚荧光灯的要求；

——增加了不允许采用带运动线圈的测量仪表的规定；

——增加了容量等于或小于 25 Ah 的原电池和蓄电池的要求；

——修改了关于 t_E 时间采用计算法代替堵转试验测定时对电机功率不低于 160 kW 的规定；

——增加了高压电机的附加试验；

——增加了对双插脚灯头与灯座连接的二氧化硫试验；

——增加对双插脚灯管灯具的振动试验；

——增加了端子绝缘材料试验；

——修改了附录 A 至附录 D(本部分附录 A～D)；

——增加了附录 E 至附录 I(本部分附录 E～I)。

本部分的附录 A、附录 B 和附录 H 是规范性附录；附录 C、附录 D、附录 E、附录 F、附录 G 和附录 I 是资料性附录。

本部分由中国电器工业协会提出。

本部分由全国防爆电气设备标准化技术委员会(SAC/TC 9)归口。

本部分主要起草单位：南阳防爆电气研究所。

本部分主要参加单位：国家防爆电气产品质量监督检验中心、煤炭科学研究总院上海分院、国家灯具质量监督检验中心、煤炭科学研究总院抚顺分院、上海工业自动化仪表研究所、南阳防爆集团有限公司、华荣集团有限公司、锡安达防爆股份有限公司、湘潭电机股份有限公司、深圳市海洋王照明科技股份有限公司、深圳特安电子有限公司。

本部分主要起草人：王军、项云林、靳芝、范光、於立成、李江、李斌、罗百敏、陈士学、刘绮映。

本部分所代替标准的历次版本发布情况：

——GB 3836.3—1983；

——GB 3836.3—2000。

看样机械

爆炸性环境
第3部分:由增安型“e”保护的设备

1 范围

GB 3836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。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。

本部分是对GB 3836.1—2010通用要求的补充和修改,如果本部分的要求与GB 3836.1—2010的要求有冲突,则以本部分为主。

注:增安型“e”可形成设备保护级别EPL Mb或EPL Gb,详细信息见附录I。

2 规范性引用文件

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

GB 755—2008 旋转电机 定额和性能(IEC 60034-1:2004,IDT)

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

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

GB/T 2423.5—1995 环境试验 第2部分:试验方法 试验Ea和导则:冲击(idt IEC 60068-2-27:1987)

GB/T 2423.10—2008 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)(IEC 60068-2-6:1995,IDT)

GB/T 2828.1—2003 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(ISO 2859-1:1999,IDT)

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

GB 3836.1—2010 爆炸性环境 第1部分:设备 通用要求(IEC 60079-0:2007,MOD)

GB 3836.2—2010 爆炸性环境 第2部分:由隔爆外壳“d”保护的设备(IEC 60079-1:2007,MOD)

GB 3836.4—2010 爆炸性环境 第4部分:由本质安全型“i”保护的设备(IEC 60079-11:2006,MOD)

GB 3836.9—2006 爆炸性气体环境用电气设备 第9部分:浇封型“m”(IEC 60079-18:2004,IDT)

GB 3836.15—2000 爆炸性气体环境用电气设备 第15部分:危险场所电气安装(煤矿除外)(eqv IEC 60079-14:1996)

GB 3836.16—2006 爆炸性气体环境用电气设备 第16部分:电气装置的检查与维护(煤矿除外)(IEC 60079-17:2002,IDT)

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

GB/T 4207—2003 固体绝缘材料在潮湿条件下相比电痕化指数和耐电痕化指数的测定方法(IEC 60112:1979,IDT)

看谱机械

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

GB/T 4942.1—2006 旋转电机外壳防护分级(IP 代码)(IEC 60034-5:2000,IDT)

GB/T 5332—2007 可燃液体和气体引燃温度试验方法(IEC 60079-4:1975,IDT)

GB/T 6109.2—2008 漆包圆绕组线 第 2 部分:155 级聚酯漆包圆铜线(eqv IEC 60317-3:2004)

GB/T 6109.5—2008 漆包圆绕组线 第 5 部分:180 的聚酯亚胺漆包圆铜线(IEC 60317-8:1997,IDT)

GB/T 6109.6—2008 漆包圆绕组线 第 6 部分:220 的聚酰亚胺漆包圆铜线(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 7251 低压成套开关设备和控制设备(所有部分)(IEC 60439,IDT)

GB 7957—2003 矿灯安全性能通用要求(neq IEC 62013-1:1999)

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

GB/T 11021—2007 电气绝缘 耐热性分级(IEC 60085:2004,IDT)

GB 14048.1—2006 低压开关设备和控制设备 第 1 部分:总则(IEC 60947-1:2001,MOD)

GB/T 14048.7—2006 低压开关设备和控制设备 第 7-1 部分:辅助器件 铜导体的接线端子排(IEC 60947-7-1:2002,IDT)

GB/T 14048.8—2006 低压开关设备和控制设备 第 7-2 部分:辅助器件 铜导线的保护导线接线端子排(IEC 60947-7-2:2002,MOD)

GB 14196.1—2008 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(IEC 60432-1:2005,IDT)

GB 16847—1997 保护用电流互感器暂态特性技术要求(idt IEC 60044-6:1992)

GB/T 16855.1—2005 机械安全 控制系统有关安全部件 第 1 部分:设计通则(ISO 13849-1:1999,MOD)

GB 16895.20—2003 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(IEC 60364-5-551:1994,IDT)

GB 16916.1—2003 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(IEC 61008-1:1996,MOD)

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 17935—2007 螺口灯座(IEC 60238:2004,IDT)

GB 17464—1998 连接器件 连接铜导线用的螺纹型和无螺纹型夹紧件的安全要求(idt IEC 60999:1990)

GB 18774—2002 双端荧光灯 安全要求(idt IEC 61195:1999)

GB/T 19148.1—2008 灯座的型式和尺寸 第 1 部分:螺口式灯座(IEC 60061-2:2004,MOD)

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

GB 19510.4—2005 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(IEC 61347-2-3:2000,IDT)

GB 19518.1—2004 爆炸性气体环境用电气设备 电阻式伴热器 第 1 部分:通用和试验要求(IEC 62086-1:2001,IDT)

GB/T 20636—2006 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 35 mm^2 以上至 300 mm^2 导线的特殊要求(IEC 60999-2:2003,IDT)

IEC 60068-2-42:1976 电工电子产品环境 试验 试验 Kc:触头和连接件的二氧化硫试验

3 术语和定义

GB 3836.1—2010 确立的以及下列术语和定义适用于 GB 3836 的本部分。

对于其他术语,特别是那些通用术语,宜参考 GB/T 2900.35—2008 或电工术语的其他相应部分。

3.1

电气间隙 clearance

两个导电部件间的最短空间距离。

3.2

工厂连接件 connections, factory

在生产过程控制条件下连接用的接线装置。

3.3

现场布线连接件 connections, field-wiring

安装人员在现场连接用的接线装置。

3.4

爬电距离 creepage distance

两个导电部分之间沿绝缘材料表面的最短距离。

3.5

增安型"e" increased safety"e"

电气设备的一种防爆型式,即对电气设备采取一些附加措施,以提高其安全程度,防止在正常运行或规定的异常条件下产生危险温度、电弧和火花的可能性。

注 1:这种保护型式用"e"表示。附加的措施是那些符合本部分要求的措施。

注 2:增安型"e"的定义不包括在正常运行情况下产生火花或电弧的设备。

3.6

初始启动电流 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

极限温度 limiting temperature

电气设备或其部件的最高允许温度,等于按下列条件确定的两个温度中的较低温度:

a) 爆炸性气体环境点燃的危险;

b) 所用材料的热稳定性。

注:该温度可以是最高表面温度(见 GB 3836.1—2010 中的 3.30 和第 5 章)或较低值(见 4.7)。

3.8

电动机正常运行 normal service, motors

在铭牌上规定的定额(或一组定额)条件下,包括启动状态的连续运行。

3.9

额定动态电流 rated dynamic current

I_{dyn}

电气设备所能承受其电动力作用而不损坏的电流峰值。

青焊机械

3.10

额定短时发热电流　rated short-time thermal current

I_{th}

在最高环境温度下，1 s 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。

3.11

额定电压　rated voltage

由制造商给出的部件、装置或设备的电压值，该值与设备操作和性能特性有关。

3.12

电阻加热元件和电阻加热器　resistance-heating devices and resistance-heating units

3.12.1

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他导电材料制成，并且有适当的绝缘和护套保护。

3.12.2

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”或其他防爆型式。

3.12.3

工件　workpiece

安装有电阻加热组件或加热器的物体。

3.12.4

自限温特性　temperature self-limiting property

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。

3.12.5

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。

3.13

短路电流　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 GB 3836.1—2010 第 24 章规定的文件中。

3.14

启动电流比　starting current ratio

I_A/I_N

初始启动电流 I_A 与额定电流 I_N 之比。

3.15

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)。

3.16

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他导电材料的装置。

3.17

工作电压 working voltage

在额定供电电压下，设备上出现的跨越特定绝缘的最高直流电压或交流电压有效值。

注1：不考虑瞬态。

注2：考虑开路条件和正常使用状态。

4 对所有电气设备的结构要求

4.1 总则

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，第5章对某些电气设备作进一步的补充要求。

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和工厂接线用连接件，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。

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 3836.1—2010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，有规定的力矩值。

j) 对于按照GB/T 3956—2008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。

注3：宜考虑采取特殊的防电解腐蚀措施。

注4：在采用钢铁材料的地方宜考虑采取特殊防腐措施。

注5：端子排及配件的绝缘极限温度通常基于4.7.2a)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

现场接线的连接件应有足够的尺寸，以便与截面积至少等于与电气设备额定电流相对应的导线可靠连接。

看样机械

连接件应设置在运行中便于进行所要求的检查的位置。

能与接连件可靠连接的导线的数量和尺寸应按 GB 3836.1—2010 的要求在说明文件中规定。

4.2.2.2 使用符合 GB/T 14048.7—2006、GB/T 14048.8—2006、GB 17464—1998 或 GB/T 20636—2006 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。

连接件应承受本部分 6.9 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—2006 规定的的温升试验方法，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 45 K。

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、6.7 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 4 mm^2(12AWG)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 的规定原是针对端子作为元件使用时的要求，当它们被安装到设备内部时，本部分随后的任何限制都适用。

4.2.2.3 与“e”型设备或元件成为一体的现场接线连接装置

如果适用，端子应符合 4.2.2.2 的要求。

按照 GB 3836.1—2010 的规定，应使用代表完整设备的试验样品，从发热部位验证材料热稳定性的温度。

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。

防止电缆转动或位移的紧固方法应能防止电缆松脱或对电气间隙和爬电距离造成不利影响，或者，应证明这种旋转或位移完全不可预见。

4.2.2.5 永久连接的连接件

这种连接件通常是在尾端用压接或焊接的方式连接在一起，安装时再用合适的方法连接。

或者将完整的连接件固定到合适的位置，或者按本部分的要求将完整的连接件可靠绝缘。

如果采用焊接，应对制成的连接件提供机械支撑。接合处的安全性不应只靠焊接。

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。

4.2.3.2 工厂连接件的现场接线连接

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 6.9 规定的端子绝缘材料试验。

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，当导线不是单独被软钎焊支撑时。

4.2.3.4 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：插入式元件和卡片式边缘插接件为典型的实例。

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，每个连接点均独立于另一个接触点。

b) 每个连接件或一组连接件应安装有机械保持装置，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，且可拆部件的质量大于 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。

c) 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。

d) 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 12 中 b)的规定标志。对于小零件，可在其附近标志。

4.2.3.5 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。

桥接端子时应施加大于部件重量 200 倍的分断力(单位：N)，该力应围绕部件中心逐渐施加。

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 1 的规定，对外部连接件表 1 中的最小值为 3 mm。

接线端子之间的间隔应根据形成最小电气间隙的导线的尺寸进行评定。

注：螺口式灯头的要求见 5.3.3.1。

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～例 11 示例说明了应考虑的部件特点及相应的电气间隙值。

表 1 爬电距离和电气间隙

电压(见注 1) 交流有效值或直流/ V	最小爬电距离/mm 材料级别			最小电气间隙/ mm
	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲa	
10(见注 3)	1.6	1.6	1.6	1.6
12.5	1.6	1.6	1.6	1.6
16	1.6	1.6	1.6	1.6
20	1.6	1.6	1.6	1.6
25	1.7	1.7	1.7	1.7
32	1.8	1.8	1.8	1.8
40	1.9	2.4	3.0	1.9
50	2.1	2.6	3.4	2.1
63	2.1	2.6	3.4	2.1
80	2.2	2.8	3.6	2.2
100	2.4	3.0	3.8	2.4
125	2.5	3.2	4.0	2.5
160	3.2	4.0	5.0	3.2
200	4.0	5.0	6.3	4.0
250	5.0	6.3	8.0	5.0

看样机械

表 1（续）

电压（见注 1）交流有效值或直流/V	最小爬电距离/mm 材料级别			最小电气间隙/mm
	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲa	
320	6.3	8.0	10.0	6.0
400	8.0	10.0	12.5	6.0
500	10	12.5	16	8.0
630	12	16	20	10
800	16	20	25	12
1 000	20	25	32	14
1 250	22	26	32	18
1 600	23	27	32	20
2 000	25	28	32	23
2 500	32	36	40	29
3 200	40	45	50	36
4 000	50	56	63	44
5 000	63	71	80	50
6 300	80	90	100	60
8 000	100	110	125	80
10 000	125	140	160	100

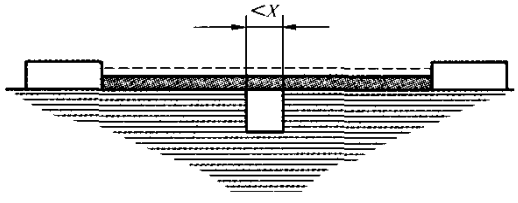
注 1：所示电压取自 GB/T 16935.1—2008，这是基于 GB/T 16935.1—2008 中表 3B 给出的供电电压的合理性。在确定爬电距离和电气间隙要求的值时，为了认可常用额定电压范围，表中的电压值可增加至 1.1 倍。

注 2：所示爬电距离和电气间隙值是以电源最大供电电压±10%的公差为基础。

注 3：对于 10 V 以下的电压，与 CTI 的数值无关，且可使用不符合Ⅲa 级要求的材料。

注：这些示例与 GB/T 16935.1—2008 中的示例相同。

例 1



条件：路径包括两侧平行或缩口的凹槽，槽口宽度小于 X(mm)，深度不考虑。

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

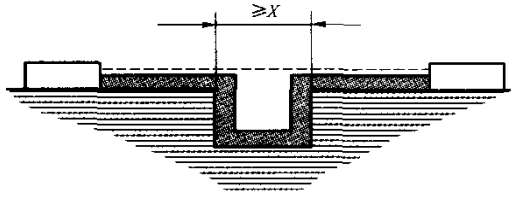
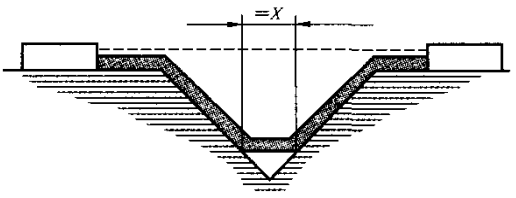


图 1　电气间隙和爬电距离的测量

条件：路径包括两侧平行的、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。

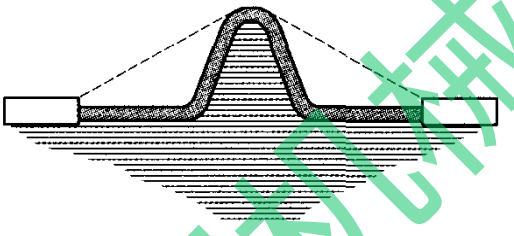
例 3



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。

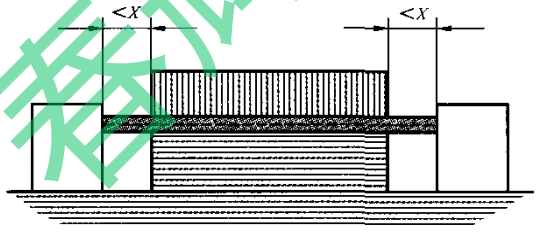
例 4



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。

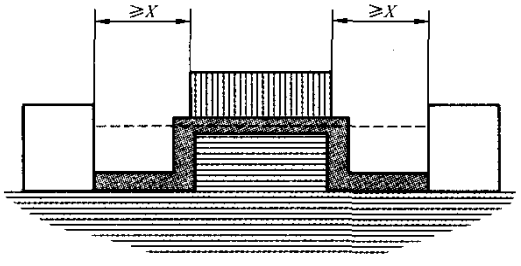
例 5



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



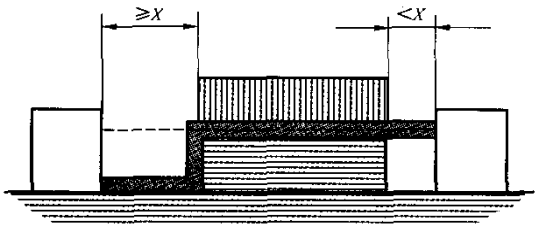
条件：路径包括未粘合的接合件，两侧有宽度等于或大于 X(mm)的凹槽。

规则：电气间隙是直线距离，爬电距离是沿凹槽轮廓路径。

图 1（续）

春辉标准

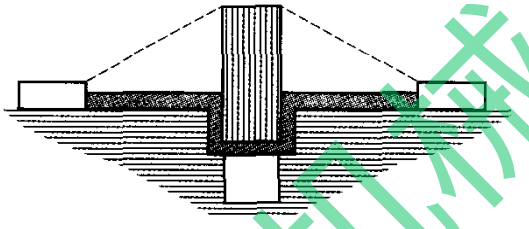
例 7



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

规则：电气间隙和爬电距离如图所示。

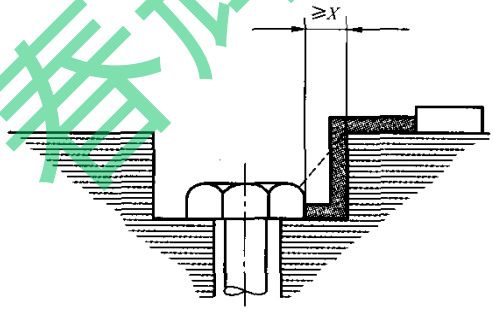
例 8

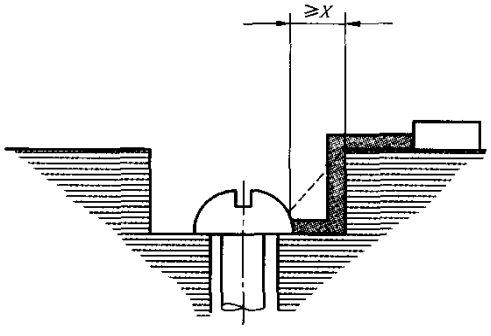


条件：穿越未粘合接合件的爬电距离小于跨越屏障的爬电距离。

规则：电气间隙为跨越屏障顶端的直接空气路径。

例 9



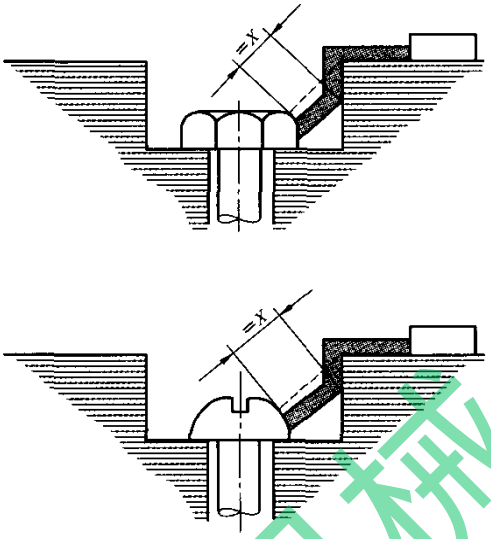


螺栓头与凹窝壁间的间隙较大计入。

图 1（续）

泰祥机械

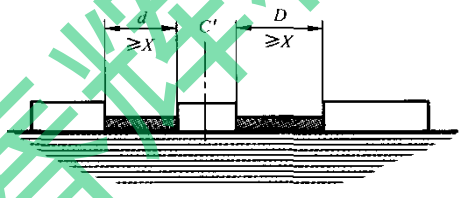
例 10



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 X(mm)时，测量爬电距离是从螺栓至壁。

例 11



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。

-------- 电气间隙　　爬电距离

图 1（续）

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。

表 2 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—2003 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 2 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 1 100 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—2008 相同。

注 2：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，短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(更详细的信息见 GB/T 16935.1—2008)。

看样机核

表 2　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

4.4.2　不同电位的裸露带电部分之间的爬电距离应如表 1 所示，对于外部连接时表 1 中的最小值为 3 mm，并且应按设备制造商规定的工作电压确定。

注：螺口灯头的要求见 5.3.3.1。

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。图中“X”值为 2.5 mm。

绝缘表面上凸筋和凹槽的影响须符合下列条件：

a)　绝缘表面上的凸筋至少高 2.5 mm，凸筋厚度应与绝缘材料、绝缘零件机械强度、厚度相适应，至少为 1.0 mm。

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

注 1：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。

注 2：粘接结构(见 GB 3836.1—2010)视为固体部分。

4.5　固体电气绝缘材料

4.5.1　该术语是指材料使用时的状态，不一定是材料供货时的状态，例如，绝缘清漆凝固后就视为固体绝缘材料。

4.5.2　影响绝缘材料功能的机械性能，例如强度和刚度在下列条件下应满足要求：

a)　高于电气设备额定运行时的最高温度至少 20 K，最低为 80 ℃，或

b)　对于绝缘绕组(见 4.7.3 和表 3)、内部布线(见 4.8)和与电气设备永久连接的电缆，在电气设备额定运行时达到的最高温度。

4.5.3　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。

4.6　绕组

4.6.1　绝缘导线应符合 4.6.1.1 或 4.6.1.2 的要求。

4.6.1.1　导线至少包覆两层绝缘，只有瓷釉可以是一层。

4.6.1.2　绕组用圆形漆包线应符合下列方案之一：

a)　GB/T 6109.2—2008、GB/T 6109.5—2008、GB/T 6019.6—2008 或 GB/T 6109.20—2008 规定的 1 级，如果：

——按 GB/T 6109.2—2008、GB/T 6109.5—2008、GB/T 6019.6—2008 或 GB/T 6109.20—2008 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—2008、GB/T 6109.5—2008、GB/T 6019.6—2008 或 GB/T 6109.20—2008 的第 14 章试验时，每一根 30 m 长的导线不应有 6 处缺陷，此规定与导线直径无关；或

b)　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

c)　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 3 级。

4.6.2　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 5.2.5 的限制之外，可采用滴注、沉浸或真空浸渍法进行处理。用涂刷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

若得机械

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，封入填料或用其他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。

4.6.3 用于绕组的导线的最小公称尺寸应是 0.25 mm。

注 1：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。

注 2：用公称尺寸小于 0.25 mm 的导线绕制成的绕组可采用 GB 3836.1—2010 中所列其他标准的防爆型式保护。

4.6.4 电阻式温度计(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。

注：当电阻式温度检测器用在高压电机槽的外部时，宜将电阻式温度检测器置入接地区域内。

4.7 极限温度

4.7.1 概述

测得的电气设备任何部分的温度不应超过所使用材料的耐热温度。并且，电气设备任何部分，包括可能与潜在爆炸性环境接触的内部部件表面，不应超过 GB 3836.1—2010 规定的最高表面温度。灯具中的光源除外，对其要求见 5.3.4。

对于电动机来说，最高表面温度的确定可用另一种方法，按照 GB 755—2008 规定的“A 区”内在最不利的试验电压条件下进行。在这种情况下，设备应按照 GB 3836.1—2010 中 29.2e)的规定标志符号“X”，具体的使用条件应在资料中说明，即写明表面温度是根据(GB 755—2008)A 区范围内的运行而确定的，一般取额定电压的±5%。

注：两个条件应予以满足，对单个设备或设备的部件都是限制性的。

4.7.2 导体

导体和其他金属零部件的允许温度还须符合下列要求：

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。

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。

4.7.3 绝缘绕组

电气设备除符合 4.7.1 的要求之外，绝缘绕组的极限温度还不应超过表 3 规定的值。表 3 中的值考虑了电气绝缘材料的耐热性能。

表 3 绝缘绕组极限温度

单位为摄氏度

	温度测量方法（见注 1）	按照 GB/T 11021—2007 的耐热等级（见注 2）				
		105(A)	120(E)	130(B)	155(F)	180(H)
1 额定运行极限温度： a) 绝缘单层绕组	电阻法或温度计法	95	110	120	130	155
b) 其他绝缘绕组	电阻法	90	105	110	130	155
	温度计法	80	95	100	115	135
2 t_E 时间终了时的极限温度（见注 3）	电阻法	160	175	185	210	235

注 1：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))。

注 2：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。

注 3：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。

看得机械

4.7.4 绕组保护

绕组应采用合适的保护装置加以保护，以保证在运行中不会超过极限温度（见 4.7.1、4.7.2 和 4.7.3）。如果绕组在连续过载时（例如电动机转子堵转时）不会超过 4.7.3 规定的额定运行时的极限温度，或绕组不会发生过载，则可不需要保护装置。

注 1：保护装置（传感器）可设在电气设备内部和/或外部。

注 2：绝缘绕组中的电气故障不视为运行条件，4.6 和 4.7 的要求是为了尽可能减少这些故障。

4.8 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。

4.9 外壳的防护等级

4.9.1 GB/T 4942.1—2006 和 GB 4208—2008 定义的防护等级应符合 a)或 b)中的规定，4.9.2、4.9.3 或第 5 章中另有规定的除外。

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) 4.5 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。

4.9.2 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 4.9.1 要求的防护等级；

b) Ⅱ类设备，排水孔或通风孔可降低由外壳提供的按照 4.9.1 的防护等级，但是，在 4.9.1a）情况下其防护等级不低于 IP44 或在 4.9.1b）情况下其防护等级不低于 IP44。

当排水孔或通风孔使防护等级降低至 4.9.1 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—2010 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，应按照 GB 3836.1—2010 中 29.2e）的规定标志符号“X”，且降低的外壳防护等级应在防爆合格证中注明。

4.9.3 如果外壳内装有符合 GB 3836.4—2010 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 12 中 a）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 12 中 b）的要求设置警告牌，或在电气设备外壳盖上设置 GB 3836.1—2010 规定的其他措辞。

设备外壳的盖上应按照表 12 中 c）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。

4.10 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 3836.1—2010 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 中的其他电气设备。

5.2 旋转电机

5.2.1 外壳的防护等级

作为在 4.9 中规定的防止固体外物和水浸入的要求的例外，对安装在清洁环境内并由经过培训的人员定期监督检查的旋转电机外壳（接线盒和裸露带电部件除外），下列防护等级满足要求：

——对于Ⅰ类设备：IP 23；

看样机械

——对于 II 类设备:IP 20。

应能防止固体外物通过通风孔垂直落入电机外壳中。

对于设计仅用于清洁环境中的旋转电机,其标志应按照 GB 3836.1—2010 中 29.2e)的规定标志符号“X”,外壳防护等级应在防爆合格证中注明。

5.2.2 内风扇

内风扇应符合 GB 3836.1—2010 的对于外风扇在间隙和材料方面的要求。

5.2.3 最小径向单边气隙

定子和转子之间的最小径向单边气隙(mm)在旋转电机静止时,不应小于下列公式计算的值:

最小径向气隙,单位:mm

$$\left[0.15+\frac{D-50}{780}\left(0.25+\frac{0.75n}{1\,000}\right)\right]rb \qquad \cdots\cdots(1)$$

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 r/min,最小值取 1 000;

r——按下列公式计算,最小值取 1.0。

$$r=\frac{\text{铁芯长度}}{1.75\times\text{转子直径 }D}\text{;单位 mm} \qquad \cdots\cdots(2)$$

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: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 50 Hz/60 Hz,并且转子直径为 60 mm 和铁芯长 80 mm。

D 取 75,为最小值;

n 取 3 600,为最大值;

b 取 1.0;

$r=80/(1.75\times60)$,即近似 0.76,所以取 1.0;

则最小气隙值变为:

$$\left[0.15+\frac{75-50}{780}\left(0.25+\frac{0.75\times3\,600}{1\,000}\right)\right]1.0\times1.0 \qquad \cdots\cdots(3)$$

或近似值 0.25 mm。

5.2.4 鼠笼转子电动机

5.2.4.1 鼠笼转子电动机,包括具有启动鼠笼或阻尼绕组的同步电动机,除符合 5.2.1、5.2.2 和 5.2.3 的要求外,还适用本款的要求。

5.2.4.2 鼠笼转子的导条应与短路环硬钎焊或熔焊在一起,除非鼠笼的导条和端环是制造为一个整体。

注:鼠笼转子导条和端环不视为符合 4.3、4.4、4.9 和 5.2.1 的裸露导电部件。

5.2.4.3 对可能产生气隙火花的转子结构应进行评定。

如果表 4 确定的因数总和大于 6,电机或代表性试样应按照 6.2.3.2 的规定进行试验,或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。按照 GB 3836.1—2010 中 29.2e)的规定电机的标志应包括符号“X”,在防爆合格证中指明的特定使用条件应详细说明允许选择的适用措施。

注 1:可使用的特殊措施包括启动前通风或使用电机外壳内部固定气体检测。

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。

或者,如果电动机的起动电流被限制在 300%的额定电流 I_N,则不要求对可能产生的气隙火花进行评定。如果使用降压起动要求降低最大起动电流至 300%的额定电流 I_N,则按照 GB 3836.1—2010 中 29.2e)的规定,电机的标志应包括符号“X”,并且使用的特定条件应包括下述内容:电动机仅适用于降

看样机械

压起动，起动电流限制在300%的额定电流。

注3：使用变频器来限制电流通常是一种可接受的解决方案。对于其他的降压起动方法，对电动机和降压起动器需做认真调整。

表4 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
	开槽式铸铝鼠笼转子≥200 kW/每极	2
	开槽式铸铝鼠笼转子<200 kW/每极	1
	闭槽式铸铝鼠笼转子	0
	绝缘导条式鼠笼转子	0
极数	2极	2
	4～8极	1
	>8极	0
额定输出	>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(见注1)	2
	有：L≥200 mm(见注1)	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(见注2)	2
	符合(见注2)	0
温度限制	>200 ℃	2
	135 ℃<T≤200 ℃	1
	≤135 ℃	0

注1：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。

注2：转子的端部零件的设计宜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。

5.2.4.4 即使在启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。

5.2.4.4.1 如果采用电流保护装置防止超过极限温度，则应确定启动电流比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中作为启动电流比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，则采用合适的过载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9.1g)的规定在电动机铭牌上注明。

春辉机械

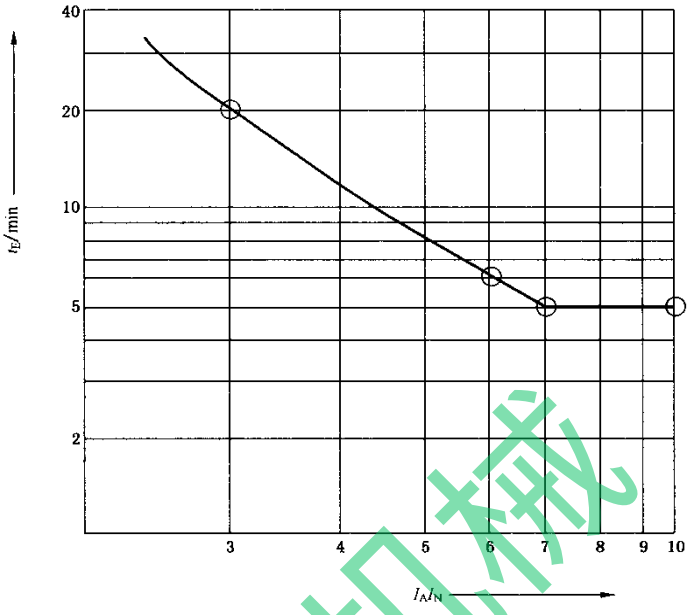


图 2　电动机 t_E 时间最小值与启动电流比 I_A/I_N 的关系

下列情况，

——如果对电动机使用合适的过载电流保护装置，t_E 时间不应小于 5 s；

——启动电流比 I_A/I_N 不应大于 10。

5.2.4.4.2　如果使用绕组温度传感器辅助保护装置来防止电动机产生不允许的温度，则应确定启动电流比 I_A/I_N 并按 9.1 的规定进行标志。t_E 时间不需要确定和标志。与保护装置关联的绕组温度传感器应视为满足电动机的热保护要求，即使在电机被堵转时也能满足 4.7.4 的要求。相关联的保护装置应按照 9.1g)的规定在电动机铭牌上标明。

无论在什么情况下，启动电流比 I_A/I_N 不应大于 10。

注：大电机的转子常常受到限制，通常情况下，不会通过定子绕组温度传感器来限制转子的温度。

5.2.4.5　由变频器供电的电动机，应在此工作制下与关联变频器作为一个单元一起进行试验，详见符合 GB 3836.1—2010 中的说明文件。试验应用提供的保护装置进行，或按照 5.2.4.3 的规定进行评定。

注：关于变频器供电的电动机的附加适用信息可见 IEC 60034-17 中。主要内容包括温度过高、高频和过电压影响以及轴承电流。使用低通滤波器可使这些影响降低，使逆变器输出波形谐波失真较小。

5.2.4.6　由过载保护装置提供的鼠笼转子电动机的热保护信息，见附录 C。

5.2.5　绕组要求

对于额定电压为 200 V 或更高的多相绕组，应在散嵌绕组的相位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＜1 000 V 的绕组，线圈的浸渍要求应按 4.7.2 的规定或按额定值＞1 000 V 绕组的规定。

对于额定电压＞1 000 V 的绕组，线圈应是绕制成型（模绕法）和绝缘系统真空压力浸渍（VPI）或为富脂绝缘系统。

卷浮机械

5.2.6 定子绕组接线端子

定子绕组接线端子应在启动电流 I_A 施加 t_E 时间内不超过极限温度(见 4.7)。

5.2.7 定子绕组绝缘系统

如果额定电压超过 1 kV,则应按照 6.2.3.1 的规定进行型式试验,并且

——电动机应装有防冷凝加热器,和

——电动机应带有特殊保护措施,以保证在起动时,其外壳中不含有爆炸性气体。按照 GB 3836.1—2010 的规定,如有要求,所提供的电动机使用说明书中应包括有关辅助措施的执行信息。

注 1:辅助措施包括启动前的通风或在电动机外壳内使用固定的气体检测。如果适用,也可使用制造商、检检机构和用户同意的其他方法。

注 2:按照 GB 3836.15—2000 和 GB 3836.16—2006 的有关规定,启动前的通风和对电动机进行维护是用户的责任。在前述标准中包含足够信息之前,附录 G 提供了指南。

5.2.8 轴承密封和轴密封

5.2.8.1 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 0.05 mm。对于滑动(轴套)轴承,该间隙应为 0.1 mm。最小间隙应适用于转轴在轴承内的所有可能位置。

注:典型滚动轴承中的轴向位移可能是径向位移的 10 倍。

5.2.8.2 摩擦密封

摩擦密封应被润滑或用低摩擦系数材料,例如,聚四氟乙烯(PTFE)制成。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 4.7 的规定进行评定。

注 1:为了在运行中不出现过高温度,制造商宜提供保证继续符合 5.2.8 要求的有关维护所需要的资料。

注 2: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 3: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、润滑油、冷却监视器和/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。

5.3 灯具

注 1:该条的要求不包括信号灯和类似灯(见 5.10)。

注 2:为了限制中性导线发热,由灯具产生的三次谐波电流宜限制到基频电流的 30%。

5.3.1 光源

光源应是下列类型之一:

a) 具有符合 GB/T 1406.1—2008 的单插脚无启动器荧光灯(Fa6);

b) 具有符合 GB 18774—2002 的 G5 或 G13 的管式双插脚荧光灯,插脚由黄铜制造。灯头和灯座符合 5.3.3 的规定,这样的灯应接成启动和运行无阴极预热的电路;

c) 符合 GB/T 10681—2009 和 GB 14196.1—2008 的通用照明钨丝白炽灯。

注:其他光源可考虑按 5.10 的规定使用。

5.3.2 灯与保护罩之间的最小距离

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

对于其他灯,灯泡与保护罩之间的距离须不小于表 5 中给出的值。

委托机构

表 5　灯泡与保护罩之间的最小距离

灯泡功率 P/W	最小距离/mm
$P \leqslant 60$	3
$60 < P \leqslant 100$	5
$100 < P \leqslant 200$	10
$200 < P \leqslant 500$	20
$500 < P$	30

5.3.3　灯座和灯头

5.3.3.1　螺口灯座和灯头

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 GB 3836.2—2010 对Ⅰ类或ⅡC 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—2010 中Ⅰ类或ⅡC 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 6.3.1 的机械试验。

注：灯座的螺纹部分在可能运行条件下宜使用防腐材料。

当灯头从灯座中拧开时，应至少有 2 扣全螺纹啮合。

如果螺口灯头作为灯具的部件符合表 6 爬电距离和电气间隙的最低要求，则不必符合 4.3 和 4.4.2 的要求。灯头的绝缘材料应符合表 2 中规定的Ⅰ级材料要求。

表 6　螺口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
$U \leqslant 63$	2
$63 < U \leqslant 250$	3

注 1：所示电压取自 GB/T 16935.1—2008 并且基于 GB/T 16935.1—2008 的表 F.3b 中给出的供电电压的合理性。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。

注 2：表中所示爬电距离和电气间隙值是以电源最大供电电压误差±10%为基础。

注 3：当电压在 10 V 及以下时，CTI 的值不适用，不符合Ⅰ级要求的材料可使用。

5.3.3.2　其他灯座和灯头

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—2010 对Ⅰ类或ⅡC 类设备内部点燃不传爆的试验要求(必要时)。

注：灯座和灯头安装在一起后符合 GB 3836.1—2010 中第 1 章列出的专用防爆型式标准之一也符合要求。

管式荧光灯的灯座应符合 GB/T 19148.2—2008 的 Fa6 数据表的尺寸要求或 GB 1312—2007 的 G5 或 G13 要求。

对于使用圆柱形灯头的其他灯座，灯座和灯头之间的接合处宽度在触点接通或断开时至少为 10 mm。

5.3.3.3　灯座与灯头之间电气接触要求

灯头的电气触头应有效接触：

a)　当采用螺口灯头时：

——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，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 30 N 总接触力的弹簧件；

b)　当采用圆柱型插销式灯头时，通过至少为 10 N 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 10 N 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 GB 3836.2—2010 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 7.5 N。

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。

注：接触组件的力不宜受发热和运行期间其他预期出现的明显影响。

5.3.4 灯泡的表面温度

如果灯具内部灯泡的最高表面温度，在最不利的条件下比灯具使用环境中的爆炸性气体混合物在灯具内进行点燃试验时所测得的引燃温度低至少 50 K，则灯具内部灯泡的温度可以超过 GB 3836.1—2010 的规定。这种处理方法仅在防爆合格证中指明的气体环境中有效，而且上述试验已经给出了满意的结果。

注：对现有的灯具进行检测的结果表明，在灯具内部出现的点燃温度明显高于按照 GB/T 5332—2007 测量的点燃温度。

5.3.5 灯头温度

灯头边沿和灯管焊接点的温度不应超过极限温度，极限温度为 195 ℃或 4.7 规定值的二者较低者。

5.3.6 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 6.3.2 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。

5.3.7 管式双插脚荧光灯

5.3.7.1 概述

管式双插脚荧光灯还应符合 5.3.7.2～5.3.7.8 的要求。

5.3.7.2 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 ℃。

5.3.7.3 温度组别

使用电子镇流器的管式双插脚荧光灯，其极限温度不允许超过 T5 组与 T6 组对应的温度。见 6.3.2.3。

5.3.7.4 双插脚灯的灯座安装到灯具中时应符合下列要求：

——灯具中机械尺寸和安装条件应考虑 GB 18774—2002、GB 1312—2007 和 GB/T 1406.1—2008 中对灯管规定的机械参数和误差。

——灯座应符合 GB 1312—2007 中对 G5 和 G13 的要求。

——每个灯头的两个插脚应在灯座内部并联连接，或在灯具布线内部直接连接。为达到冗余，每一个单独插脚连接件的载流能力额定值应为灯管的全部电流。

——灯座的绝缘材料应符合 GB 3836.1—2010 中对非金属材料的要求。

——每个灯具的插头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降至最低程度。

5.3.7.5 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 1 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。

5.3.7.6 当安装或拆卸灯具内灯管时，灯管每一端承受的力矩和力的最大值不应大于可施加在 GB 18774—2002 表 1 中规定的未使用灯管插脚上极限值的 50%。

5.3.7.7 灯管每个插脚和灯座之间的电气接触即使在腐蚀和震动条件下也应安全可靠。型式试验按照 6.3.3 和 6.3.4 的规定进行。

5.3.7.8 如果按照 GB 3836.1—2010 规定安装隔离开关，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 14048.1—2006 和 GB/T 16935.1—2008 的隔离开关，过电压Ⅲ类，或在中性线和/或电源线上的触点间隙，对于最大供电电压为 300 V(直流或交流有效值)时每个至少为 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 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 12b)的要求进行标志，表示灯具在通电时不允许打开。

5.4 帽灯和手提灯

注：Ⅰ类帽灯的要求，见 GB 7957—2003。

灯泡须用透明罩加以保护，以防止机械损坏。在灯泡装入之后，灯泡与透明罩之间的距离至少为 1 mm。如果灯泡是依靠同透明罩接触的方法装入弹簧灯座，则弹簧行程至少为 3 mm。透明罩的保护应采用下列方法之一：

a) 用保护网加以保护；或

b) 如果外露面积不超过 5 000 mm^2，则可用高度不小于 2 mm 的凸缘保护；或

c) 如果外露面积超过 5 000 mm^2，但透明罩能够承受 GB 3836.1—2010 对保护网和风扇罩规定的机械试验要求。

灯具电路中在正常运行条件下产生火花或电弧的开关装置，例如气密式舌簧开关，应采用机械方式或电气方式联锁，防止在危险场所内触头断开，或者采用 GB 3836.1—2010 中所列标准的防爆型式之一进行保护。

5.5 测量仪表和仪表用互感器

5.5.1 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 4.7 规定的极限温度。

5.5.2 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 7 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}	$\geqslant 1.1 \times I_{SC}$(见 3.10 和注 2)
I_{dyn}	$\geqslant 1.25 \times 2.5 I_{SC}$(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 $I_{dyn}/1.25$。

5.5.3 当通过电流等于额定短时发热电流 I_{th} 时不应超过 4.7 中规定的极限温度，并且在任何情况下不应超过 200 ℃。

5.5.4 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。

5.5.5 具有运动线圈的测量仪表是不允许的。

5.5.6 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—2010 的 29.2e)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。

注：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。

看样机械

5.6 非仪表用互感器

除了 5.5 规定的仪表用互感器之外的其他互感器应按 6.5 的规定进行试验。

5.7 电池

5.7.1 容量超过 25 Ah 的蓄电池

5.7.1.1 概述

蓄电池应是铅酸型、镍铁型或镍镉型，且应符合本部分的要求。试验方法见 6.6。

注：符合这些要求并不保证充电期间的安全。所以充电应在非危险场所进行，除非采取其他安全措施。

5.7.1.2 蓄电池箱

蓄电池箱体和盖的所有内表面如果是金属的，应全部用可粘接的绝缘层覆盖。盖的内表面可用适当的绝缘漆涂覆。电解质对内表面不应产生不利影响。

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。

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 40 V。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 35 mm。当相邻单体电池之间的标称电压超过 24 V 时，对于每超过 2 V，爬电距离应至少增加 1 mm。

蓄电池箱盖的固定应能避免随意打开或移位。

每个盖均应设置符合 GB 3836.1—2010 中 9.1 规定的紧固件。

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。极柱安装材料和其他嵌入零件（例如填充物和绝缘隔板）应使用绝缘、无微孔、耐电解质作用和不易燃烧的材料。

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。

蓄电池箱应设置足够的通风孔。与 4.9 不同，按照 GB 4208—2008 的 IP23 的防护等级对于蓄电池箱应足够。

注：不同于 GB 4208—2008 的防止接近危险部件和防止固体外物以及防止水进入的防护等级，可依据技术文件进行评定。如果按照 GB 4208—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。

通风孔应提供足够的通风，使在按照 6.6.4 规定的型式试验期间蓄电池箱中氢气的浓度不超过 2%（体积比）。

插头和插座应符合 GB 3836.1—2010 的规定。该要求不适用于只有用工具才能打开和设有表 12d）警告牌的插接装置。

单极插头和插座的正负极应为不可互换的结构。

蓄电池的极性和插头和插座的极性标志应永久、醒目。

固定或组装在蓄电池箱中的任何其他电气设备应符合相应防爆型式的要求。

5.7.1.3 单体电池

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，不允许采用易燃材料制造。

正、负极板应支撑牢固。

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，以免极板下端和汇电板过分腐蚀。

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（按体积计）应与电池的预计寿命相适应。

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。

每个极柱和单体电池盖之间都应密封，以防电解质泄漏。

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 1 MΩ。

注：运行中电池的绝缘电阻宜至少为 50 Ω/V(标称电压)，最小值为 1 000 Ω。

5.7.1.4 连接件

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 3836.1--2010 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他材质。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。

注：尽管上述的 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，含有少量的其他金属的铜合金(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，以防止由其他金属引起的电导率减弱。

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 4.5.2、4.7.1 和 4.7.2)。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。

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。

5.7.2 容量至 25 Ah 的原电池和蓄电池

注：这些要求不适用于矿用帽灯用电池，对它们的要求见 GB 7957—2003。

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。

对于电池的浇封，应考虑到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 3836.9—2006 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。所以须考虑老化对电池容量和气体从电池中析出速率的影响。

当评定气体可能析出的电池组排列方式时，应考虑整个工作温度范围、内阻和电压，评定时应假定电池组会不平衡，但不必考虑电阻或电压很小的单体电池。

电池外部表面温度不应超过电池制造商规定的值或 80 ℃，二者取较低者。

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 2 V 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 0.5 mm；

——对于电压不超过 10 V 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 1 的规定；

——对于其他电压超过 2 V 的所有电池和单体电池，电气间隙和爬电距离应为表 1 中对应的电压的值。

为了防止错误连接或使用不同充电状态的单体电池和不同使用寿命的单体电池，所有气密式单体

电池应可靠地装在单独的电池槽中。

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。

如果在正常或故障条件下电解质有从单体电池中流出的危险，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他部件。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 10 mm。

电池和其关联的安全装置应安装牢固，例如使用专门设计的夹子或托架。

电池和关联的安全装置之间，或与可能妨碍符合相关防爆型式要求的装置之间不应有相对移动。

注：在按 GB 3836.1—2010 规定的相关冲击/跌落试验的前后宜检查是否符合 5.7.2 的规定。

在制造后使单体电池(或电池组)发热的电气连接器不允许使用，单体电池(电池组)的制造商允许时除外。

5.7.3 可燃性气体释放

考虑电池为潜在可燃性气体的源释放，假定这些气体可以是电解气体，即从电解质产生的适当比例的氢气和氧气。如符合下列要求，在制造商规定限度之内的电池释放气体的危险被视为可以接受。

采取不同的预防措施应取决于不同的电化学系统特性及电池结构。因此，将电池按照气体危险分级如下：

a) 在正常运行条件下能释放气体的单体电池和电池组。这类电池包括开启式电池和阀控式电池。

b) 在正常运行条件下不释放气体的单体电池和电池组。这类电池包括气密式电池。

5.7.4 单体电池充电

如果单体电池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。

对于在正常运行条件下无气体释放的单体电池充电无附加要求。

对于正常运行条件下释放气体的单体电池充电，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)。

充电只允许在制造商规定的限值之内。

制造商的使用说明书可包括使用条件，例如电池不允许在危险场所充电，或充电时不允许进入危险场所。如果充电器视为设备的一部分，并且不符合 GB 3836.1—2010 中列出的防爆型式之一，则需要断电，防止来自电池的反向电流。如果应规定温度低于极限温度时的等待时间，则只有该时间达到之后带充电器的设备才可进入危险场所。

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，防止通过其他非专用电路充电。例如，可使用表 1 中对达到最高电压的爬电距离和电气间隙的规定，将外壳中的其他电压源与电池和其关联电路隔离。

5.7.5 单体电池放电

当来自电池的负荷电流能损害电池而影响增安型的性能时，设备制造商应规定负荷或使用的安全装置。当增安型的性能不受影响时，不需要规定负荷，无须提供安全装置。

对于气密式单体电池，应防止过度放电和单体电池极性接反。

当多于 3 个气密式单体电池串联连接时，应采取预防措施防止单体电池反向充电。

注 1：单体电池的实际容量在其使用寿命内可能渐弱。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。

当设置过度放电保护电路防止在放电期间单体电池发生反向充电时，电池制造商应规定最低分离

电压值。在负荷断开之后，来自电池的电流（安培）应小于额定容量的 1/1 000 A。

注 2：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过度放电保护电路，可使安全保护失效。通常，不多于 6 个单体电池（串联）宜使用一个过度放电电路保护。

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 3：符合 GB/T 16855.1—2005 要求的相关部件的安全满足上述要求。

5.7.6 其他防爆型式组合

对于不带安全装置的开启式、阀控式和气密式单体电池，空腔可包含 Ex“e”型和 Ex“m”型设备和/或元件，但可不包含 Ex“d”型和 Ex“i”型设备和/或元件。

5.7.7 断开和连接

如果电池在危险场所必须与其关联设备断开连接，那么它应能被安全隔离。

电池应带有表 12e）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。

5.8 通用接线盒和分线盒

通用接线盒和分线盒应按 6.7 规定的方法确定额定值，以保证在运行中不超过 4.7 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；或

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。

5.9 电阻加热器（电伴热除外）

5.9.1 本条款是对 3.12 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、介电加热或其他加热系统，包括电流通过液体、外壳或管道。

注 1：电伴热的要求见 GB 19518.1—2004。

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（30 mA～300 mA）或绝缘监控系统以及绝缘系统的热稳定性能试验实现。

5.9.2 对于本条款来说：

——加热电阻不视为绕组，且 4.6 的规定不适用；

——GB 3836.1—2010 第 7 章的要求不适用于加热电阻的电气绝缘材料。

5.9.3 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。

5.9.4 用于电阻加热器中的绝缘材料应按照 6.8.4 的规定进行试验。

5.9.5 当电阻加热器的冷启动电流按 6.8.6 的规定试验时，在通过电流 10 s 之后的任何时间都不得超过制造商规定电流额定值的 10%。

5.9.6 制造商应规定与电阻加热器或加热装置一起使用的电气保护装置。保护装置应符合附录 D 的规定，电阻加热器或加热装置用机械保护的方式与电气设备装配在一起（例如电机中的防冷凝加热器）时除外。

5.9.7 当电阻加热器的表面导电涂层能保证 5.9.6 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 5.9.6 要求的保护装置运行。

5.9.8 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：例如珍珠状绝缘材料不能满足该要求。

5.9.9 考虑机械强度，连接电阻加热器的导线横截面至少为 1 mm^2。

5.9.10 当确定电阻加热器温度组别时，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。

5.9.11 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 5.9.12 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可变参数之间的关系：

——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 3836.1—2010 的规定在说明文件中提供。

5.9.12 由安全装置提供的保护应通过下列方式实现：

——检测电阻加热器的温度，或适用时，检测其附近的环境温度；或

——检测周围温度和一个或多个其他参数；或

——检测两个或多个温度之外的其他参数。

注 1：参数示例包括：液面、流量、电流和耗散功率。

如果有必要说明安全使用的特殊条件，则应在使用说明书中作出规定(见 GB 3836.1—2010 的 29.2e))，例如当电阻加热装置带有不完全安全装置时，信号处理的所有数据(例如发送器与接收器之间的兼容性)应在说明文件中说明。

安全装置应能直接或间接切断电阻加热器或加热装置的电源，它应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备件更换。

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。

5.9.13 电阻加热器和加热装置应符合 6.8 中的型式检查和型式试验和第 7 章的例行检查和例行试验的要求。

5.10 其他电气设备

5.2～5.9 中未专门提到的电气设备或设计改型(派生)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。

注：符合本部分结构要求的设备制成具有“高”保护级别(Gb)，在正常运行或当可能出现预期故障时不是点燃源。按照本部分要求制造的设备是在普通工业生产技术的基础上增加温度限制，在正常使用中不是点燃源。本条款为采用新技术提供了机会，制造商宜对设备的潜在故障进行分析，当在超过可预见寿命的时间内使用时保证要求的安全等级。该安全等级宜等效于那些超过本部分规定的普通工业设备提高的安全等级。

6 型式检查和型式试验

以下要求是对 GB 3836.1—2010 中规定的型式试验的补充，适用于增安型“e”，另有规定的除外。

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) 按照专用产品标准对电气产品的单个项目规定；或没有这样的试验要求时，

b) 按照下列 1)、2)或 3)的试验电压至少保持 1 min 不发生介电击穿：

1) 对于额定电压不超过 90 V 峰值或不出现超过 90 V 峰值工作电压的电气设备：500 V(有效值)，公差范围$^{+5}_{0}$%；

2) 对于适用于 5.9 附加要求的电阻加热器和电阻加热装置：(1 000 V+2U_n)(有效值)，公差范围$^{+5}_{0}$%，其中 U_n 是额定电压；

3) 对于超过 90 V 峰值工作电压的其他电气设备和 Ex 元件：(1 000 V+2U)(有效值)或 1 500 V(有效值)，公差范围$^{+5}_{0}$%，取较大者，其中 U 是工作电压。

允许用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%。

对于具有电流隔离部件的设备或 Ex 元件，试验应在适当的电压下对每部分分别进行。

6.2 旋转电机

6.2.1 具有鼠笼转子的电动机应接受转子堵转试验，以确定启动电流比 I_A/I_N 和 t_E 时间。

或者，当不能对电机采用试验方法时，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，关于堵转转子温度的计算见参考文献。

附录 A 列出了试验和计算方法。

6.2.2 如果试验条件与运行条件等效，其他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 该试验应在下列试样之一上进行：

——一个完整的定子；

——一个具有电动机外壳的定子；

——一台电动机；

——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，还应具有电晕场、应力级别、包扎和支撑、浸渍和导体部件，例如定子铁心。所有裸露导电部件应接地。

6.2.3.1.2 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他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。

6.2.3.1.3 绝缘系统和连接电缆应在表 8 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，其他相接地。

试验期间应没有爆炸发生。

表 8 爆炸试验混合物

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

6.2.3.1.4 绝缘系统和连接电缆应在表 8 所示的爆炸性气体混合物中进行试验。它们应承受 3 倍于峰值相对地电压的 10 个电压脉冲，电压上升时间在 0.2 μs～0.5 μs，并且幅值在峰值一半以上的时间至少为 20 μs。脉冲应施加于相对相和相对地之间。

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。其他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。

卷烟机械

试验期间应没有爆炸发生。

6.2.3.2 鼠笼转子

6.2.3.2.1 该试验应利用具有定子和转子的电机，它在定子铁心和绕组以及转子铁心和鼠笼方面代表完整的电机。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 6.2.3.2.2 要求的老化处理之后，电机应充入或放入如表 8 所示的爆炸性气体混合物中。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发生。

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。

6.3 馈电网络供电的灯具

6.3.1 除 E10 之外的螺口灯座的机械试验

对于 E14、E27 和 E40 型灯头，符合 GB 17935—2007 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 9 的规定。对于 E13、E26 和 E39 型灯头，应基于 GB 17935—2007 的尺寸要求，修改 GB/T 19148.1—2008 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 9 旋入力矩和最小旋出力矩

灯头尺寸	旋入转矩/Nm	最小旋出转矩/Nm
E14/E13	1.0±0.1	0.3
E27/E26	1.5±0.1	0.5
E40/E39	3.0±0.1	1.0

6.3.2 管式荧光灯的异常运行

6.3.2.1 整流效应试验

向灯具施加 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 GB 3836.1—2010 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 1b)相应的值。

注：在燃弧之后有必要将二极管插入灯的电路中。

6.3.2.2 无效灯管试验

向灯具施加 110%的额定电压，必要时去掉灯管将所有可能的组合包括进去。稳定后的温度不应超过 GB 3836.1—2010 规定的温度组别。

向灯具施加 110%的额定电压，必要时去掉灯管将所有可能的组合包括进去。待温度稳定后，极限温度不应超过表 3 中 1b)规定的极限温度值。

6.3.2.3 由电子镇流器供电的灯管的阴极耗散功率

根据附录 H 的规定，应进行不对称脉冲试验和不对称耗散功率试验。对于 T8、T10 和 T12 灯泡，在试验过程中测得的最大阴极功率不得超过 10 W。

安装在增安型灯具中规格为 T4(12 mm)和 T5(16 mm)的灯管，其最大阴极功率值在考虑中。

注：灯泡通过电子镇流器供电，其阴极的耗散功率极限值来自灯泡在 60 ℃环境温度和 T4 组温度组别时起动的试验数据。

6.3.3 对于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 IEC 60068-2-42 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 0.8 μm，并且经化学抛光。插头及其布置应符合 GB 1312—2007 规定的尺寸要求。

6.3.4 双插脚灯管灯具的振动试验

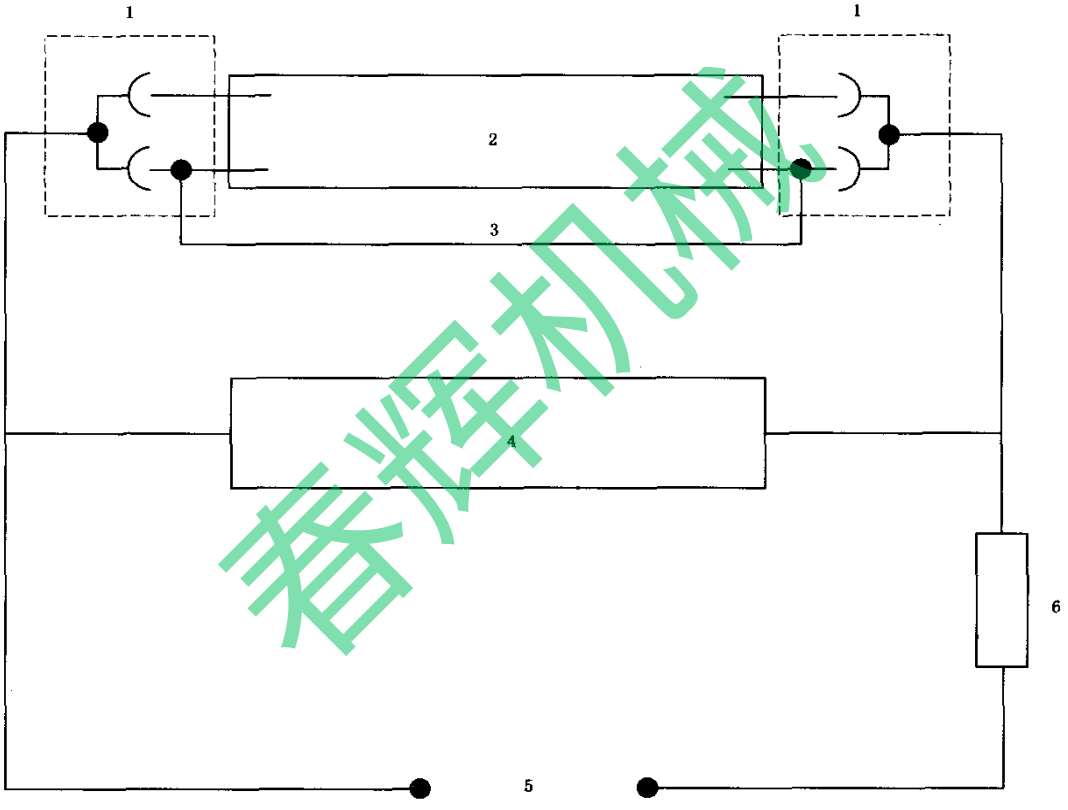
灯具应按照 GB/T 2423.10—2008 的规定承受耐振动试验。

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 1 Hz 和 100 Hz 之间。

在 1 Hz～9 Hz 之间，振幅应是 1.5 mm；在 9 Hz～100 Hz 之间，试验组合应承受 0.5 g 的加速度。

扫描频率应为每分钟 1 个倍频程，持续时间为每个正交面 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；

2——灯管；

3——连接；

4——示波器；

5——24 V 直流；

6——电阻。

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。

春辉机械

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} 1 s 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 0.01 s，对于一次电流峰值，至少有一个不小于 I_{dyn}。

发热试验的持续时间应至少 1 s，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：

——试验的第一个最大峰值电流不低于动态电流(I_{dyn})，和

——试验在时间 t、电流 I 下进行，使(I^2t)的数值不小于$(I_{th})^2$，并且 t 值在 0.5 s～5 s 之间。

电流互感器应按照 GB 16847—1997 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 蓄电池

6.6.1 试验的适用性

下列型式试验适用于符合 5.7 附加要求的蓄电池。

6.6.2 绝缘电阻

6.6.2.1 试验条件如下：

a) 欧姆表的测量电压应至少为 100 V；

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。

6.6.2.2 如果测量值至少等于 1 MΩ，则认为绝缘电阻满足要求。

6.6.3 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。其他蓄电池可不进行本项试验，但应按 GB 3836.1—2010 的 29.2e)的规定标志符号“X”，并且安全使用的特殊条件应包括该限制。

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—1995 中 4.3 的要求。

冲击机应产生半正弦脉冲，如 GB/T 2423.5—1995 的图 2 所示。速度变化误差、横向运动和测量系统应分别满足 GB/T 2423.5—1995 的 4.1.2、4.1.3 和 4.2 的相应要求。其加速度峰值应为 5 g_n，如 GB/T 2423.5—1995 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 蓄电池箱的通风试验

6.6.4.1 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。

6.6.4.2 蓄电池箱内氢气释放的流量应由下列公式确定：

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

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。

6.6.4.3 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 6.6.4.2 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 6.6.4.2 给出的公式确定。过充电电流由下列公式确定：

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

其中，过充电电流单位：A，氢气单位：m^3/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 4 K，且上述温度应在 15 ℃～25 ℃之间。

6.6.4.4 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 30 min。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 30 min)，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。

6.6.4.5 测量应至少进行两次。

看海机械

6.6.4.6 如果测定的氢气浓度不超过2%，则试验满足要求。

6.7 通用接线盒和分线盒

通用接线盒和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他影响，导线应按6组绑扎成束，盒子外面的长度至少为0.5 m。

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。

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5.8a)和附录E)。

注1：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。

注2：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 电阻加热元件和电阻加热器

6.8.1 下列型式试验适用于5.9附加要求的电阻加热元件和电阻加热器。

6.8.2 下列试验应在电阻加热元件的样品或试样上进行。

6.8.3 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 V+$2U_n$(公差范围$^{+5}_{0}$%)，时间1 min，U_n是设备额定电压；5.9.7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，例如带有并联的加热电缆。

b) 用500 V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20 MΩ。

但是，对于电缆式或带状电阻加热元件的安装长度可能超过75 m时，绝缘电阻不应小于1.5 MΩ·km(例如3 m长样品为500 MΩ)。

6.8.4 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4周，在－25 ℃～－30 ℃之间的温度下存放至少24 h，然后样品或试样再进行6.8.3的a)和b)规定的绝缘整体性试验。

6.8.5 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 3836.1—2010中所示的相同。采用淬火钢质半球形冲头，冲击能量按照本部分规定的机械危险等级，但用符合GB 3836.1—2010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。

6.8.6 冷启动电流试验应将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，误差为±2 K。

在冷态环境中对样品应施加工作电压，并在通电的第1 min内连续记录电流值。

6.8.7 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。

6.9 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 3836.1—2010中规定的耐热试验，在该试验结束时，端子应置于20 ℃±5 K的环境条件下至少48 h。最大额定尺寸的铜导体应按制造商的说明安装。

将表 10 中给出的对应导体尺寸的拉力逐渐施加到导体上并保持 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来支撑接线端子，并且允许对其进行试验。

表 10 拉力试验值

ISO 导体尺寸/mm²	AWG 导体尺寸	拉力/N
0.5	20	30
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	285
70	00	285
95	000	351
120	250 kcmil	427
150	300 kcmil	441
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	1 000 kcmil	779
630	1 250 kcmil	966
750	1 500 kcmil	1 175
890	1 750 kcmil	1 348
1 000	2 000 kcmil	1 522

注 1：值引自 GB 17464—1998、GB/T 20636—2006 和 GB 14048.1—2006。

注 2：附录 F 给出 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，保持至少 100 ms。

注：在某些情况下，实际的试验时间可能要比 100 ms 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 GB/T 2828.1—2003 的要求，在统计的基础上采用合格质量限值 0.04 进行。

春辉机械

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 1 MΩ，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 16847—1997 的规定进行，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”的使用，Ex 元件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：

——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；

——可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；

——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；

——要求的特殊安装，提供规定的转矩阻力的细节；

——超过一根时导线的数量；

——绝缘的极限温度；

——当用规定规格的导线通过额定电流时产生的温升；

——用规定截面积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 3836.1—2010 的补充。如果已经进行了 6.2.3 的电动机爆炸试验，则应在标志Ⅱ类后加字母后缀 A、B 或 C。

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；

注：对于多个功率因数的设备，两者均宜标出。

b) 对于旋转电机，必要时，对于交流电磁铁，启动电流比 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，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，例如使用变频器供电；

h) 对于符合 5.7 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。

如果没有提供 5.7.1.1 的注中的安全措施，电池箱应根据表 12 中的 f)设置标志。

i) Ex 元件接线端子：

——导线范围；

——额定电压。

注 1：如果标志面积有限，则该信息可在说明书中说明。

注 2：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) 5.9 规定的电阻加热元件和电阻加热器，标志运行温度。

9.2 使用说明书

9.2.1 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：

——制造商或供应商的名称或注册商标；

——制造商的型式标识；

——单体电池的数量和电池的标称电压；

——持续放电时的额定容量；

——充电说明；

——涉及电池安全运行的任何其他条件，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。

如果电池不使用设备规定使用的专用充电器充电，电池箱应根据表 12g)设置标志。

9.2.2 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。

9.2.3 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—2008 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 11 的规定。

表 11 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
$U \leqslant 63$	2
$63 < U \leqslant 250$	3

注 1：所示电压值取自 GB/T 16935.1—2008，并且是以 GB/T 16935.1—2008 的表 F.3b 中给出的供电电压的合理性为基础。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。

注 2：表中所示爬行距离和电气间隙值以最大电压公差的±10%为基础。

注 3：电压等于或小于 10 V 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。

9.2.4 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：

——日常维护和轴承润滑的详细说明；

——如果适用，绝缘转子导条绝缘例行试验的详细说明。

9.3 警告标志

如果在电气设备上要求下列警告标志，在表 12 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 12 警告牌的内容

项	对应条款	警告标志
a)	4.9.3a)	警告：在非本质安全型电路供电时严禁打开
b)	4.9.3b)	警告：严禁带电打开
c)	4.9.3b)	警告：用 IP30 内盖保护的非本质安全型电路
d)	5.7.1.2	警告：只有在非危险场所才能断开
e)	5.7.7	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
h)	9.2.1	警告：参考使用手册给蓄电池充电

春辉机械

附 录 A
（规范性附录）
鼠笼转子电动机：试验和计算方法

A.1 应测定在额定运行时和转子堵转时的定子和转子温升。

应尽可能在相似的电动机上进行对比测试和在模型上进行试验以作比对，用以检查计算的正确性。

A.2 定子和转子绕组在额定运行时的温升应按 GB 755—2008 进行确定。

A.3 电动机在堵转时的温升应通过以下试验确定。

A.3.1 在环境温度下堵转电动机后接入额定电压和额定频率的电源。

A.3.2 通电后 5 s 测得的定子电流应为启动电流 I_A。

A.3.3 转子笼（导条和端环）的温升应采用热电偶，并应考虑温升速率，配合选用时间常数较小的测量仪表测量，也可用热敏元件或其他方法测量。测量结果以各次测得的温度最高值为准。

注：各个转子导条的温升会随其相对于定子绕组相带空间均匀性的位置而变化。这些变化对于具有低空间均匀性的电动机至少有 20%，但也可更大。在实践中，对于传统设计的电动机，如果热电偶设置在相差 90°（电角度）的位置，此时在测量的较高温升上增加 10%将适用于任何其他高温导条。

A.3.4 用电阻法测定定子的平均温升作为绕组的温升。

A.3.5 在低于额定电压下进行电动机堵转试验时，测得的电流值对于启动电流（见 A.3.2）应按电压的比例直接增加，温升按平方关系增加。如果有饱和效应，应计入。

A.4 电动机堵转时的温升应按以下方法计算。

A.4.1 电动机转子堵转时的温升，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、鼠笼的热容量、集肤效应对导条内热量分布的影响以及铁芯中的热传导。

A.4.2 电动机堵转时，定子绕组的温升 $\Delta\theta$ 与时间 t 的比可按下列公式计算：

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

式中：

j——启动电流密度，单位 A/mm^2；

a——常数，$\frac{K}{(A/mm^2)^2 s}$（对铜绕组，$a=0.006\ 5$）；

$b=0.85$（衰减系数，考虑到浸渍绕组的热传导）。

A.5 t_E 时间应按下列方法确定（见图 A.1）。

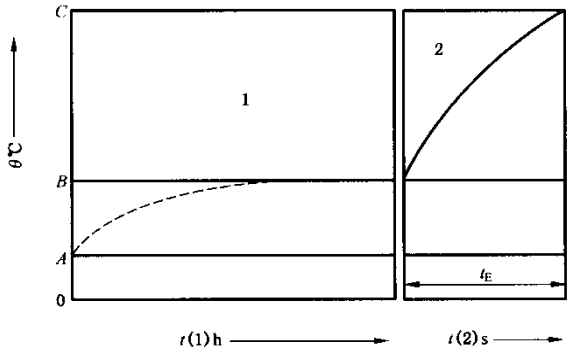
从极限温度 C，减去最高环境温度 A（正常 40 ℃）和在额定运行时的温升 AB。从此差值 BC 和在电动机堵转试验中的温升速率（通过试验或计算得出），确定 t_E 时间。

上述计算应对转子和定子分别进行。取两者中较小值作电动机对应于相应温度级别的 t_E 时间。

A.6 为困难启动条件设计的电动机或采用特殊保护装置（例如监测绕组温度）的电动机，应连同配置的保护装置一起进行试验。

A.7 由变频器供电的电动机和与其连接的保护装置，应通过试验确定在电动机和变频器组合装置规定的工作条件范围，不超过相应的极限温度。

查询机械



图解：

A——最高允许环境温度；

B——额定运行时的温度；

C——极限温度(4.7)；

t——时间；

θ——温度；

1——额定运行时的温升；

2——转子堵转试验时的温升。

图 A.1　确定 t_E 时间的图例

春辉机械

附 录 B
（规范性附录）
特殊结构的电阻加热元件或电阻加热器（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 3836.1—2010 的要求的外壳保护，则应符合 GB 19518.1—2004 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自来水中 50 mm（公差范围 $^{+5}_{0}$ mm）深，持续 14 天。用 6.8.3 中 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他液体或液体压力高于 500 Pa 的电阻加热元件或加热器。

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±2）℃、相对湿度不低于 90% 的环境中放置 4 周。擦干之后，用 6.8.3 中 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 3836.1—2010 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 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 由符合 5.9.12 的安全装置保护的电阻加热器

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。

注：加热器由符合 5.9.12 要求的安全装置保护，在无安全装置情况下进行试验，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.4.2.1 监视温度保护器

保护器最高允许温度应在其他附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.4.2.2 监视温度和至少一个其他参数的保护器

最高温度应按 B.4.2.1 规定的方法测定，而且应计入监视其他参数的装置允许的最不利条件。

B.4.2.3 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他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 3 m～4 m 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（−23±3）℃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他电阻加热器应在适当的隔热外壳内进行类似的试验。

春辉机械

附 录 C
（资料性附录）
鼠笼转子电动机：运行中的热保护

C.1 本附录为用户选择保护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 4.7.4 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、具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，包括容易启动和不频繁启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。对于困难启动或启动频繁的电动机，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。

困难启动是指按照 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启动状态。一般情况下，如果启动时间超过 1.7 倍的 t_E 时间，就属于困难启动。

春辉机械

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

这将取决于保护系统的接地形式（见 GB 16895.20—2003 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 100 mA 的漏电电流保护器。

建议优先选择额定漏电动作电流为 30 mA 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 30 mA 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 50 Ω/V（额定电压）时断开电源。

春辉机械

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

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.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 6.7 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，而且温度大大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。

E.2 最大耗散功率法

按照 6.7 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 6.7 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 Ex 端子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的方法可以设置一组数据，包括各个端子的尺寸、允许的端子数量、导线的尺寸和最大电流。如果可能有多种组合，则可以列表格示出。

导线的最大数量与导线的横截面积、允许通过的持续电流有关。

规定端子/配线表的实例见图 E.1。

春辉机械

电流/A	横截面积/mm²														
	1.5	2.5	4	6	10										
3															
6			[a]												
10	40														
16	13	26													
20	5	15	30												
25		7	17	33											
35			3	12											
50		[b]													
63															
80															
端子的最大数量	20	13	15	16											

注 1：所有的引入导线和内部连线均视为导线，接地线除外。

注 2：当使用本表时，可考虑同时存在的因数或符合 GB 7251 规定的额定负载因数。当按相应比例使用表中数值时，允许使用具有不同横截面积回路混合尺寸和电流的接线端子。

[a] 任何其他数量。

[b] 制造商设计(用发热计算法)。

横截面积/mm²	电流/A	份数	等于	利用率
1.5	10	40 分之 20	等于	50%
2.5	20	16 分之 3	等于	33.3%
4	25	18 分之 2	等于	11.7%
		总数小于 100%	等于	95.0%

图 E.1　规定的端子/配线表实例

看样机械

附 录 F
（资料性附录）
铜导线尺寸

表 F.1 铜导线的标准横截面积

ISO 公制尺寸/mm²	AWG/kcmil 和公制尺寸之间对照	
	尺寸 AWG/kcmil	等效公制面积/mm²
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	1 000 kcmil	507
630	1 250 kcmil	634
750	1 500 kcmil	760
890	1 750 kcmil	887
1 000	2 000 kcmil	1 014

春洋机械

附 录 G
（资料性附录）
潜在的定子绕组放电危险评价：点燃危险系数

表 G.1 潜在的定子绕组放电危险评价：点燃危险系数

特 征	评价数值	系 数
额定电压	>6.6 kV～11 kV	4
	>3.3 kV～6.6 kV	2
	>1 kV～3.3 kV	0
运行中的平均启动次数	>1/h	3
	>1/天	2
	>1/星期	1
	<1/星期	0
详细检查时间间隔（见 GB 3836.16—2006 的表 1，D 型）	>10 年	3
	>5～10 年	2
	>2～5 年	1
	<2 年	0
防护等级（IP 代码）	<IP44[a]	3
	IP44 和 IP54	2
	IP55	1
	>IP55	0
环境条件	非常脏和潮湿[b]	4
	沿海户外	3
	其他户外	2
	清洁户外	1
	清洁和干燥户内	0

[a] 仅在清洁环境中和经培训的人员定期维护，见 5.2.1。

[b] “异常脏和潮湿”的场所包括那些承受暴雨的系统或海上钻井平台露天甲板。

点燃危险系数是各种特性系数的总和。如果点燃危险系数超过 6，则用户宜考虑使用说明书中规定的附加措施（见 5.2.7）。

春辉机械

附 录 H
（规范性附录）
T8 型、T10 型和 T12 型灯管的试验程序

H.1 不对称脉冲试验

H.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 10.0 W。

H.1.2 试验程序

试验电路见图 H.1。

镇流器应连接到 J1、J2 上，灯管应连接到 J3、J4 上。

a) 闭合开关 S1 和 S4，调整开关 S2 至 A 位置。

b) 开启被试镇流器，使灯管预热 5 min。

c) 闭合 S3，断开 S1，等候 30 s。

d) 测量功率电阻器（R1A、R1B 和 R1C，R2A 和 R2B），齐纳二极管（D5～D8）中平均耗散功率的总数。

注：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 1 s）。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 10.0 W，则镇流器已损坏，中止试验。

e) 如果镇流器中的保护电路已经关闭了灯管，则必须重新起动镇流器（关闭 S1）。

f) 断开 S4 和 S1，等候 30 s。

g) 如 d），测量功率电阻器（R1A、R1B 和 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 10.0 W，则镇流器已损坏，中止试验。

h) 如果镇流器中的保护电路已经关闭了灯管，则必须重新起动镇流器（闭合 S1）。

i) 闭合 S1 和 S4。

j) 调整 S2 至 B 位置。

k) 重复进行 b)～g)。

镇流器应通过 A 和 B 两个位置的试验。

l) 对用于多只灯管的镇流器，对于每个灯管，均重复进行 a)～k)的步骤。多只灯管的镇流器应通过每个灯管的试验。

m) 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 a)～l)的步骤。

香蕉机械

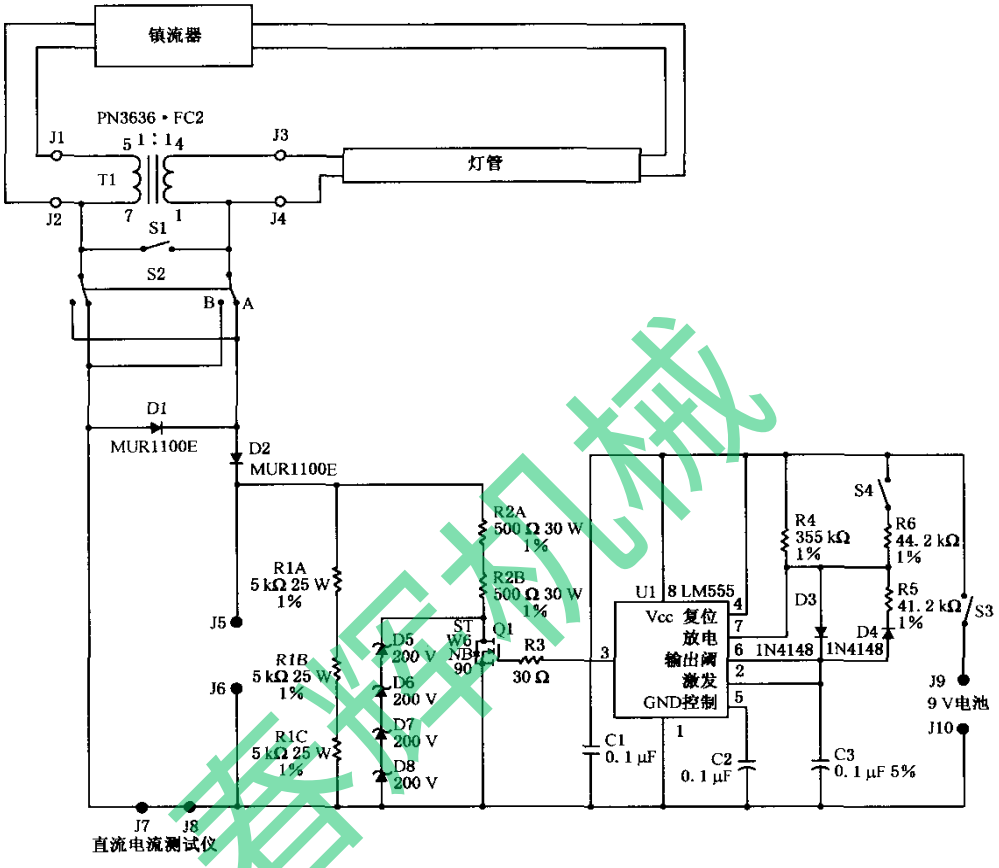


图 H.1　不对称脉冲试验电路

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

GB 19510.4—2005 的附录 K 给出了材料表和变压器说明书，任何其他有相同功能的变压器零件都允许使用。

H.2　不对称功率试验

H.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 10.0 W。

H.2.2　试验程序

试验见图 H.2 和图 H.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。

春辉机械

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(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 10 W。

——迅速(在 15 s 内)提高电阻 R1，直到电阻器 R1 损耗的功率接近 5 W。

——如果在 2 min 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 10 W 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 10 W 时镇流器没能在 2 min 内断开，则镇流器已损坏，中止试验。如果在 d)试验中镇流器没有断开，但是 R1 中的功率限值小于 20 W 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 d)步骤中达到了 20 W 数值，则附加 15 s 的等待时间。如果在进行 d)步骤中达不到 20 W 数值，并且在进行 e)时获得的极限值适用，则附加 30 s 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 10 W 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 10.0 W，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 b)～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，每个灯管均重复进行 a)～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 a)～h)的步骤。

任何一个组合，如果电阻器 R1 中的功率大于 10.0 W，则镇流器已损坏，中止试验。

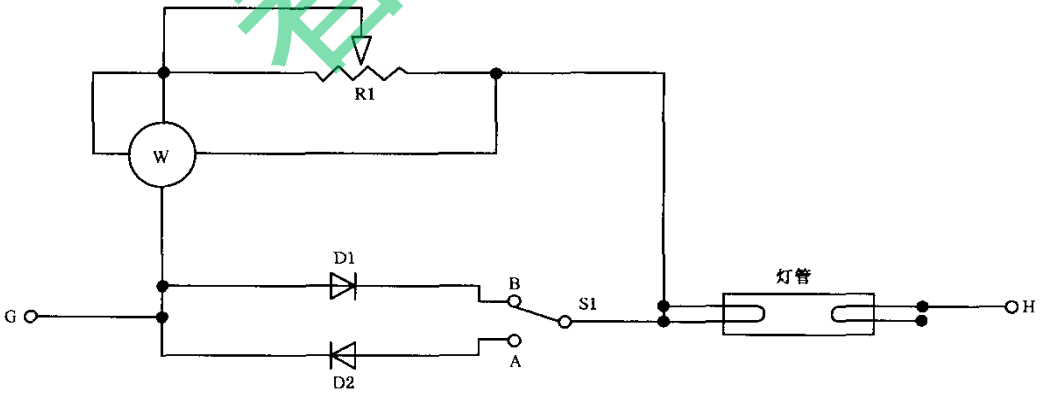


图 H.2　不对称功率试验电路

春辉机械

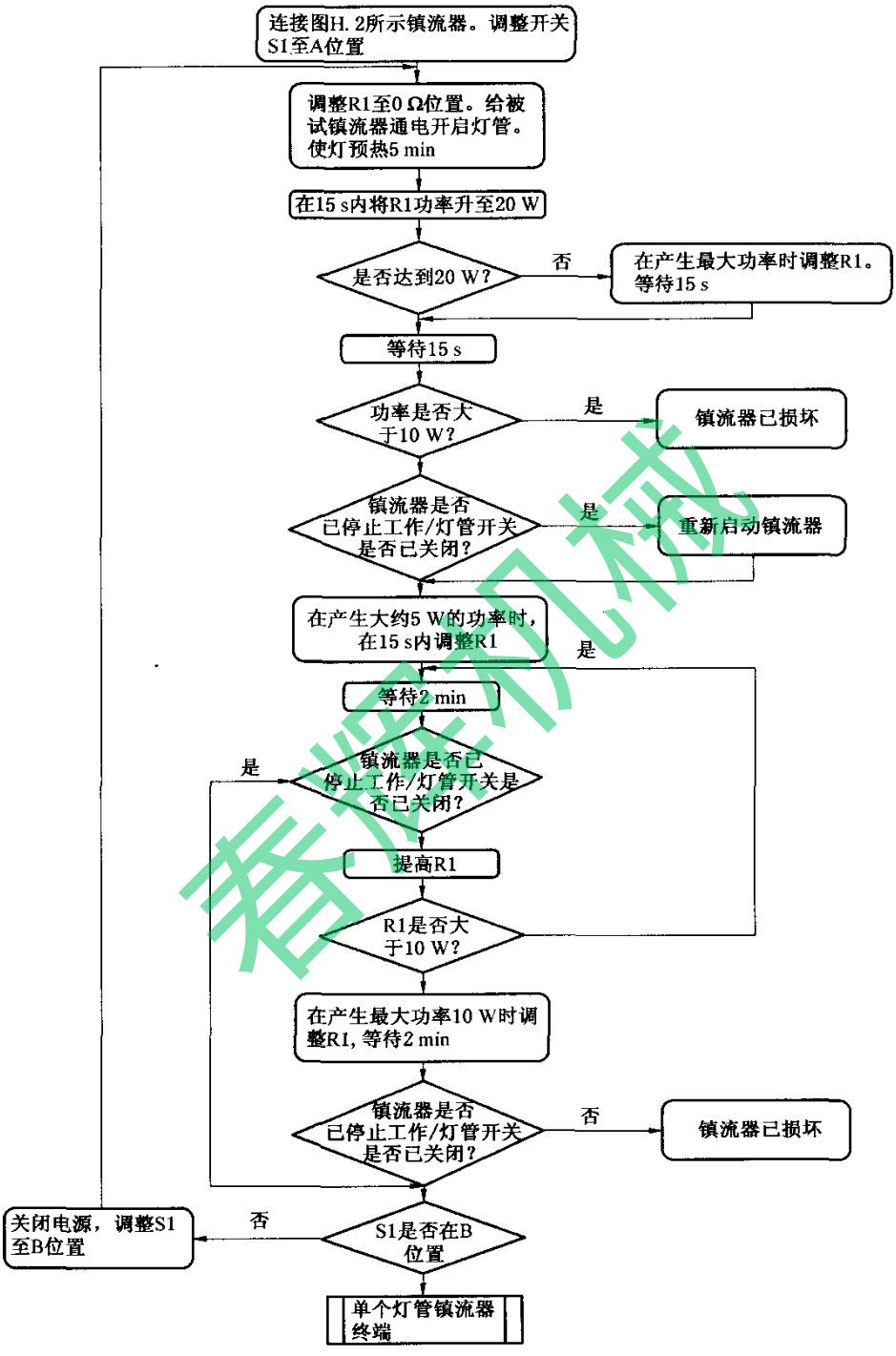


图 H.3 流程图：不对称功率试验

春煜机械

附 录 I
（资料性附录）
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。

I.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。GB 3836.15 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，也不考虑其他因素，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 IEC 60079-26“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。

I.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。

I.2.1 煤矿瓦斯气体环境(Ⅰ类)

I.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，甚至在气体突然出现设备仍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。

I.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气体突然出现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。

I.2.2 气体(Ⅱ类)

I.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。

I.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。

I.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。

I.2.3 粉尘(Ⅲ类)

I.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。

I.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。

I.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 I.1。

表 I.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

I.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 I.2。

表 I.2 提供的防点燃危险描述

提供的保护	设备保护级别 类别	保护特性	运行条件
很高	Ma Ⅰ类	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
很高	Ga Ⅱ类	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

春源机械

表 I.2（续）

提供的保护	设备保护级别 类别	保护特性	运行条件
很高	Da Ⅲ类	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
高	Mb Ⅰ类	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
高	Gb Ⅱ类	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
高	Db Ⅲ类	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
一般	Gc Ⅱ类	适合正常运行	在 2 区设备依然运行
一般	Dc Ⅲ类	适合正常运行	在 22 区设备依然运行

I.4 执行

新版 GB 3836.15（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：

- GB 3836.1（包含可燃性粉尘环境用设备）
- GB 3836.2
- GB 3836.3
- GB 3836.4（将包含可燃性粉尘环境用设备）
- GB 3836.5（将包含可燃性粉尘环境用设备）
- GB 3836.6
- GB 3836.7
- GB 3836.8
- GB 3836.9（将包含可燃性粉尘环境用设备）
- GB 3836.20
- IEC 60079-28

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。

委托机械