



中华人民共和国国家标准

GB/T 34663—2017

爆炸性气体环境用电阻加热器 通用技术要求

General technical requirements for electric resistance heaters
used in explosive gas atmospheres

2017-12-29 发布

2018-07-01 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 1

4 通用要求 4

 4.1 概述 4

 4.2 环境条件 5

 4.3 结构 5

 4.4 隔爆型电阻加热器的补充要求 8

 4.5 增安型电阻加热器的补充要求 10

 4.6 液体加热器的补充要求 11

 4.7 气体加热器的补充要求 11

5 试验 11

 5.1 总则 11

 5.2 电气性能试验 11

 5.3 防爆性能试验 17

6 检验规则 21

 6.1 概述 21

 6.2 电阻加热器的检验规则 22

 6.3 电阻加热元件的检验规则 23

7 标志 23

 7.1 概述 23

 7.2 标志牌内容 23

 7.3 其他标志要求 24

附录 A（规范性附录） 隔爆型电阻加热器的补充试验 25

附录 B（规范性附录） 增安型电阻加热器的补充试验 27

附录 C（规范性附录） 电阻加热元件的试验 28

参考文献 30

图 1 冷态泄漏电流检测简图 13

图 2 热态泄漏电流检测简图 14

图 3 推荐的试验电路 14

表 1 加热元件外壳的厚度 8

表 2 试验电压 15

表 3	转矩要求	19
表 4	电阻加热器的通用检验规则	22
表 5	隔爆型电阻加热器的检验规则	23
表 6	增安型电阻加热器的检验规则	23
表 7	接线盒温度标志	24
表 A.1	外壳强度的安全系数	26
表 C.1	电阻加热元件的试验	28

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国电器工业协会提出。

本标准由全国防爆电气设备标准化技术委员会(SAC/TC 9)归口。

本标准起草单位:南阳防爆电气研究所、国家防爆电气产品质量监督检验中心、江阴市华能电热器材有限公司、镇江东方电热有限公司、无锡博睿奥克电气有限公司、卧龙电气南阳防爆集团股份有限公司、成都市兴岷江电热电器有限责任公司。

本标准主要起草人:张朋、张刚、顾贤、谭克、何大庆、谢明辉。

爆炸性气体环境用电阻加热器 通用技术要求

1 范围

本标准规定了隔爆型、增安型或隔爆-增安复合型电阻加热器的通用技术要求和试验要求。

本标准适用于爆炸性气体环境中安装和使用的额定电压 1 140 V 及以下的 II 类金属加热元件外壳密闭式电阻加热器。

本标准不适用于下列电阻加热器：

- 被加热介质不需要氧气即可燃烧或爆炸或为不稳定的化学物质的电阻加热器；
- 感应加热、集肤效应加热、介电加热或任何其他加热系统，包括电流通过液体、外壳或管道的加热系统；
- 医用设备；
- 在管道、罐及相关设备外部使用的用于提高或保持这类设备内的介质温度但不直接接触被加热介质的伴热电缆、伴热垫、伴热板等伴热设备。

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 150.1 压力容器 第 1 部分：通用要求

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—2012，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 3836.3—2010 爆炸性环境 第 3 部分：由增安型“e”保护的设备（IEC 60079-7:2006，IDT）

GB/T 3836.15—2017 爆炸性环境 第 15 部分：电气装置的设计、选型和安装（IEC 60079-14:2007，MOD）

GB/T 4208 外壳防护等级（IP 代码）（GB/T 4208—2017，IEC 60529:2013，IDT）

GB/T 14536.10 家用和类似用途电自动控制器 温度敏感控制器的特殊要求（GB/T 14536.10—2008，IEC 60730-2-9:2004，IDT）

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

GB/T 22687 家用和类似用途双金属温度控制器

GB/T 22688 家用和类似用途压力式温度控制器

3 术语和定义

GB/T 2900.35—2008 中界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

电阻加热器 electric resistance heater

由接线部位经过处理的一个或多个电阻加热元件组成并配置必要的保护措施,直接接触并作用于被加热介质以提高或保持介质温度的电阻加热设备。如果提供保护措施的设备安装在爆炸危险场所内,则应符合 GB 3836.1—2010 的第 1 章中规定的一种或多种。

注:如果电阻加热元件配备了合适的换热装置且该装置符合隔爆外壳和/或增安型的要求,则换热装置可视为电阻加热器的一部分。

3.2

接线部位 terminal location

电阻加热器中电阻加热元件引出端子与外部导线连接的部位。该部位应符合 GB 3836.1—2010 的第 1 章中规定的相应防爆型式,应为以下方式:

- a) 用硅橡胶等绝缘材料封装:适用于增安型电阻加热器;
- b) 加装接线盒:适用于隔爆型、增安型电阻加热器。

3.3

电阻加热元件 electric heating element

电阻加热器的一个部件,它包括一个或多个加热电阻,通常由金属导体或其他导电材料制成,并且有适当的绝缘及加热元件外壳保护。

3.4

发热体 heating unit

一种电阻式电热丝,通常由金属合金导体或其他导电材料制成,是电加热元件的发热源。

注:电热丝为螺旋式或其他任何方式绕制,但均不认为是具有电感的绕组。

3.5

绝缘层 insulation layer

填充于加热元件外壳中使发热体与加热元件外壳之间绝缘并固定发热体的介质。

3.6

加热元件的外壳 enclosure of electric heating element

具有良好导热性的金属部件,单独或与其外层的辅助导热层一起作为电加热元件的外壳。

3.7

辅助导热层 auxiliary heat conduction layer

需要时,在加热元件外壳外部铸造的导热性能良好的金属层,用于与被加热体配合起到良好的热传导作用。

3.8

电阻加热器的外壳 enclosure of electric resistance heater

电阻加热器接线盒的外壳及电阻加热元件的外壳的总称。

3.9

发热表面 heat emitting surface

能有效传导发热体所产生热量的加热器的外壳。一般情况下为电加热元件的外壳表面。

3.10

液体加热器 liquid electric heater

电加热元件发热表面完全浸没于被加热液体介质中且配有合适温度保护措施的电加热器。

3.11

气体加热器 gas electric heater

电加热元件发热表面完全湮没于被加热气体介质中且配有合适温度保护措施的电加热器。

3.12

流动式介质加热器 **flowing medium electric heater**

介质相对于加热器处于流动状态的电阻加热器。

3.13

静止式介质加热器 **static medium electric heater**

介质相对于加热器处于静止状态的电阻加热器。

3.14

隔爆外壳“d” **flameproof enclosure“d”**

电气设备的一种防爆型式,其外壳能够承受通过外壳任何接合面或结构间隙渗透到外壳内部的可燃性混合物在内部爆炸而不损坏,并且不会引起外部由一种、多种气体或蒸气形成的爆炸性环境的点燃。

注:“隔爆外壳”和“隔爆型”为同义词。

3.15

增安型“e” **increased safety“e”**

对在正常运行条件下和认可的异常条件下不会产生电弧或火花的电气设备进一步采取措施,提高其安全程度,防止电气设备产生危险温度、电弧和火花可能性的防爆型式。

3.16

分支回路 **branch circuit**

电路过电流保护装置与电加热元件引出端子之间的安装线路部分,包括电阻加热器的控制电路及保护电路。

3.17

接线盒 **terminal box**

电阻加热器与外部电路进行电气连接的接线空腔。

3.18

容积 **volume**

电阻加热器接线盒的内腔净容积,为接线盒内部总容积减去内部元件的体积。

注:计算内部元件的体积时,不考虑封装化合物的体积。但下列情况除外:

- a) 工厂装配时引线密封、线圈浇封或线圈绝缘使用的封装化合物;
- b) 经调查研究确定化合物能够承受仍在外壳内存留的可燃性蒸气的影响;
- c) 无气隙的封装化合物。

3.19

工作电压 **working voltage**

在额定供电电压下,空载或正常运行时,设备上允许产生的最高直流电压或交流电压有效值。

3.20

最高表面温度 **maximum surface temperature**

电阻加热器在其使用参数及其他参数许可的最不利运行条件下(但在规定的容许范围内)工作时,其表面或任一部分可能达到的并有可能引燃周围爆炸性气体环境的最高温度。

3.21

工作温度 **service temperature**

电阻加热器在正常工作条件下其表面所达到的最高温度。

3.22

极限温度 **limiting temperature**

电阻加热器或其部件的最高允许温度,它等于由下列条件分别确定的两个温度中的较低温度:

- a) 爆炸性气体混合物的点燃温度；
- b) 电阻加热器所用材料的热稳定性。

3.23

火焰通路 flame path

部件装配时形成的接合面,用于熄灭隔爆外壳内部的爆炸性气体发生点燃时产生的火焰和阻止热气体的排出。

3.24

火焰通路长度(接合面宽度) length of flame path (width of flameproof joint)

从隔爆外壳内部通过接合面到隔爆外壳外部的最短通路长度。

注:该定义不适用于螺纹接合面。

3.25

自限温特性 temperature self-limiting property

电阻加热器的一种特性,即额定电压下,电阻加热元件的热输出功率随环境温度升高而下降,直到元件温度达到使其热输出功率降低至周围环境温度不再升高时的数值。

3.26

稳态结构 stabilized design

电阻加热元件或加热器通过设计和使用状态的规定,使之在最不利条件下,其温度稳定在极限温度以下而不需用限温保护的结构。

3.27

充分热状态 adequate heating status

电阻加热器达到工作温度且保持稳定的状态。

3.28

充分发热条件 adequate heat emitting condition

使电阻加热器达到充分热状态的工作条件。

3.29

隔热层 heat insulation layer

为防止热量向被加热介质以外的空间过多散失而装配在电阻加热器周围的隔热性材料。

3.30

准备使用状态 ready for use status

电阻加热器各(零)部件均安装完好,并按正常工作状况与其他(模拟)设备连接完毕可以正常使用的状态。

3.31

工厂装配 factory fabricated

装配为单元或整套的电阻加热器,其中包括必要的接头和连接件。

3.32

现场装配 field assembled

在工作现场将提供的散装形式的电阻加热器与连接件装配成单元。

4 通用要求

4.1 概述

4.1.1 为了在正常使用条件下不给用户或环境带来危害,符合本标准范围要求的电阻加热器的结构应保证其具有电的、热的和机械的耐久性和可靠性。电阻加热器应符合 GB 3836.1—2010、GB 3836.2—

2010 和 GB 3836.3—2010 的相关规定以及本标准的补充规定。

4.1.2 电阻加热器的性能应符合本标准的要求,同时应符合有关加热设备的各项基础标准。

4.2 环境条件

电阻加热器应设计为在下列条件下可以正常使用:

- a) 海拔高度不超过 2 000 m;
- b) 周围环境温度 $-20\text{ }^{\circ}\text{C} \sim +40\text{ }^{\circ}\text{C}$;若环境温度超出该范围应视为特殊情况,此时应符合 GB 3836.1—2010 中 5.1 的规定;
- c) 周围空气相对湿度不大于 90%(环境温度为 $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时);
- d) 没有明显的冲击与振动。

4.3 结构

4.3.1 外壳

4.3.1.1 电阻加热器的外壳应设计为可阻止火花或其他热颗粒排出的结构。

4.3.1.2 当确定一种外壳材质的适用性时,应考虑以下因素:

- 耐机械损伤;
- 耐冲击;
- 耐吸湿性;
- 耐燃烧;
- 耐腐蚀;
- 防止在所有预计的使用条件下外壳可能承受的温度下的变形;
- 耐危险环境所涉及的溶剂;
- 防止能点燃危险环境的静电电荷的积聚。

4.3.1.3 制造电阻加热器的金属材料,按质量百分比,这些材料中铝、镁、钛和锆的含量应符合 GB 3836.1—2010 中 8.1.2 规定。

4.3.1.4 电阻加热器的加热元件外壳应由符合 4.3.1.3 要求的金属材料制成。

4.3.1.5 电阻加热器的接线盒应由符合 4.3.1.3 要求的金属材料或符合 5.3.11 非金属外壳和外壳的非金属部件的试验要求的非金属材料制成。

4.3.2 隔爆接合面

电阻加热器接线盒外壳上的接合面应为金属-金属、金属-玻璃、金属-聚合材料、聚合材料-聚合材料或聚合材料-玻璃。

电加热元件与接线盒之间的接合面应为金属-金属、金属-聚合材料。

4.3.3 绝缘层

绝缘层应具有良好的电绝缘性能、热传导性能和耐热性能,且应确保发热体不能与爆炸性气体接触。

4.3.4 密封用绝缘材料

电阻加热器的护套及引出端子之间应采用合适的绝缘材料进行密封。应保证潮气不会进入绝缘层导致电阻加热器绝缘性能降低至可接受的水平以下。

4.3.5 外部金属部件

为了减少金属撞击火花危险,移动式加热器的所有外部金属部件,包括基座或支架,可能被外物撞击或撞击到外物时,应用黄铜或青铜包覆或用这些材料制成。

4.3.6 隔热层

在确定电阻加热器的温度组别时,一般情况下不应认为隔热层能阻止爆炸性气体透过。

4.3.7 电缆和导管引入装置

4.3.7.1 电缆和导管引入装置装配到电阻加热器上时,它们的结构和固定不应损害电阻加热器的防爆特性。当选用引入装置时,应适合制造商规定的全部电缆尺寸范围。

4.3.7.2 电缆和导管引入装置可以作为电阻加热器整体的一部分,即构成电阻加热器外壳的一个不可分离的部分。在这种情况下,引入装置应与电阻加热器一起进行检验。

4.3.8 等电位连接和接地

4.3.8.1 除 4.3.8.2 的规定之外,移动式加热器所有固定的金属部件,应等电位连接到用于连接设备电源线接地导体的接线端子上。接地通路的电阻不应超过 $0.1\ \Omega$ 。

4.3.8.2 不可能通电的固定金属部件,如铭牌,如果研究表明,这样的部件带静电电荷后,如果静电集聚不足以使接地探针产生电弧,则不需要等电位连接。

4.3.8.3 连接设备接地导体的端子,应有易于辨认的永久性标示“”或“PE”,且在安装接线后能可靠固定并保持一定的接触压力,不会自行松动。

4.3.8.4 如果设备接地端子处的压力电线连接件,位于装置内部不易发现,则应在连接到该端子的进线孔附近标志“”或“PE”。

4.3.8.5 接地标志应清晰易辨,最小高度为 1.6 mm。

4.3.8.6 当加热器外部提供附加接地或等电位连接件时,连接电路的所有部分应设计为使它们能承受由在保护连接电路中流动的接地故障电流。

4.3.8.7 在通电时,为防止电阻加热器超过极限温度,应采取下列方法之一:

- 稳态结构(在规定的使用条件下);
- 电加热元件的自限特性;
- 符合 4.3.9 的温度保护系统,它在规定的表面温度时能断开电阻加热器的电源,该保护系统应完全独立于在正常条件下调节电阻加热器功能的温度控制系统。

注:电阻加热器的温度与下列参数有关:

- 热输出功率;
- 环境温度、气体、液体、辅助导热层、工件;
- 电阻加热元件和其周围的热传导性。

有关这些相互关系的必要数据应由制造商在说明文件中提供。

4.3.9 温度保护系统

4.3.9.1 实施方式

温度保护系统通过下列方式实施:

- 测定电阻加热器的温度或(如果可能)测定附近环境温度;

——测定环境温度和一个或多个其他参数。

注：参数示例如下：物位、流量、电流、泄漏电流、消耗电量。

如果有必要说明安全使用的特殊条件时，应在有关使用说明文件中做出规定，例如当电阻加热器安装有不完全保护系统时，信号处理的所有数据应在说明文件中说明。

4.3.9.2 具体要求

4.3.9.2.1 保护系统应能直接或间接地切断电阻加热器电源，它应是人工更换或当其回到正常工作状态后由人工复位使电阻加热器重新通电的形式，保护系统被连续监控时除外。如果传感器出现故障，加热器应在达到极限温度之前断电。

4.3.9.2.2 保护系统应尽量借助工具重新调试或更换。限温装置重新设置或热断路装置更换时，应不影响其他连接件或内部布线。

注：温度保护元件只能用制造商规定的部件更换，保护系统应单独设置并能在异常条件下运行。

4.3.9.2.3 保护装置的调节器应能锁定并加封，并且运行时不应变动。

4.3.9.2.4 用于降低加热器外壳外表面过热危险的热断路装置，不应受到老化的严重影响。

4.3.9.2.5 加热元件导线的拉伸或类似移动，不应造成加热器性能的任何改变。

4.3.9.2.6 关于保护系统的功能安全，应符合 GB/T 14536.10、GB/T 22687、GB/T 22688 的规定。

4.3.10 防腐措施

4.3.10.1 除不锈钢之外的其他所有黑色金属，除用在隔爆接合面、转轴孔和导管螺纹之外，均应采取防腐措施，如涂敷锌或铬、加金属板、涂漆、浸渍或喷漆。

4.3.10.2 黄铜、铜或铅合金（镀铅锡薄钢板），不能涂敷有色金属材料作为防腐措施。

4.3.10.3 采取的防腐措施应与被加热的介质或环境相适应。

4.3.11 隔爆接合面涂敷层的材料

4.3.11.1 装配之前，可在金属接合面上施加防腐油脂，如 204-1 防锈油。

4.3.11.2 油脂的类型不应：

- a) 因老化而硬化；
- b) 含有挥发溶剂；
- c) 造成接合面腐蚀。

4.3.12 预留接线方式

如果加热器采用预留接线方式，则电缆预留长度应大于 1 m，并按照 7.2 的要求标志。

4.3.13 吊钩或把手

移动式加热器，应配置吊钩，除安装在基座或支架上外，应配置把手或其他等效措施。

4.3.14 脚轮或轮子

移动式加热器的脚轮或轮子应为下列之一：

- 金属；
- 导电橡胶脚轮；
- 金属轮子导电轮胎。

4.3.15 现场安装与布线

现场安装与布线按照 GB/T 3836.15—2017 要求进行。

4.4 隔爆型电阻加热器的补充要求

4.4.1 总则

隔爆型电阻加热器的设计要求应符合 GB 3836.2—2010 第 5 章～第 13 章的相应要求。这些要求包括：

- a) 隔爆接合面；
- b) 粘接接合面；
- c) 操纵杆；
- d) 转轴和轴承的补充要求；
- e) 透明件；
- f) 构成隔爆外壳一部分的呼吸装置和排液装置；
- g) 紧固件、相关的孔和封堵件；
- h) 外壳材料和机械强度—外壳内的材料；
- i) 隔爆外壳的引入装置。

除此之外，隔爆型电阻加热器还应符合 4.4.2～4.4.9 的补充要求。

4.4.2 外壳要求

除 4.4.3 的规定外，隔爆型电阻加热器的外壳应符合 4.3.1 的规定。

4.4.3 II C 类外壳要求

II C 类电阻加热器的外壳材质不能为铜及其合金，但镀锡、镀镍或其他可接受的镀层的铜合金除外，以及含铜量不大于 30% 的合金也除外。

4.4.4 外壳厚度

除 4.4.5 的规定外，隔爆型电阻加热器的加热元件外壳厚度应不小于表 1 的要求。

表 1 加热元件外壳的厚度

电加热元件最大尺寸		加热元件外壳最小厚度/mm		
长度或直径/m	任一表面的面积/m ²	黄铜、青铜、 铜合金、可锻铸铁	铸铁、铝	钢
0.5	0.3	2.4	3.2	1.7
0.8	0.4	2.4	3.2	2.4
1.5	1.0	3.2	5.0	3.2
>1.5	>1.0	4.7	6.6	4.7

4.4.5 外壳厚度的例外要求

如果加热元件符合下列任一条件，应允许加热元件外壳厚度小于表 1 的要求：

- a) 加热元件外壳外另有辅助导热层，其厚度不小于 3.2 mm；
- b) 符合附录 A 严酷使用试验的要求；
- c) 加热元件完全浸入的液体加热器。

注：在 c) 情况下，加热器需配备合适的低液位保险装置，并按 7.2 的规定标识符号“X”。

4.4.6 辅助导热层

辅助导热层上的机加工接合面或螺纹接合面,与电阻加热元件外壳重叠部分的厚度至少应为表 1 规定的厚度。

4.4.7 外壳上的接合面

4.4.7.1 隔爆接合面

4.4.7.1.1 隔爆接合面应符合 4.3.2 的要求。接合面表面平均粗糙度 Ra 不应超过 $6.3\ \mu\text{m}$ 。

4.4.7.1.2 涂漆或密封材料不应施加在接合面上。如果使用的密封材料不会导致接合面之间的最大间隙增大超过本标准规定的尺寸,并且安装或修理设备时不打算、也不要求打开的接合面上施加的密封材料,该项要求不适用。

4.4.7.2 胶粘接合面

4.4.7.2.1 采用胶粘或密封材料时,其设计的外壳强度不得取决于胶粘材料或密封材料的粘接强度。应另有其他措施将胶粘部件用机械的方式固定在外壳上。

4.4.7.2.2 胶粘部件承受 5.3.4 冲击试验时,密封或胶粘材料应无松动或破裂,或有其他破坏迹象。

4.4.7.2.3 构成接合面的配合部件之间粘接剂应无孔隙。

4.4.7.3 衬垫和 O 形环

4.4.7.3.1 金属-金属、金属-聚合材料或聚合材料-聚合材料接合面不应使用衬垫。

4.4.7.3.2 如果采用可压缩材料的衬垫(例如用 IP 防护等级来防止潮气、粉尘侵入或阻止液体渗入),则该衬垫只应作为隔爆接合面的一个辅助件,而不应包括在隔爆接合面内。衬垫之外隔爆接合面的有效长度满足 GB 3836.2—2010 的要求。

4.4.7.3.3 火焰通路中作为活动部件的衬垫,当符合下列要求时,在金属-玻璃或聚合材料-玻璃接合面中可以使用。

- a) 火焰通路中作为活动部件的衬垫,仅应用在安装或预计修理设备过程中不受干扰的接合面上。
- b) 火焰通路中作为活动件的衬垫,应为下列材料:
 - 软金属;或
 - 金属包覆型;或
 - 由聚四氟乙烯或经研究证明能够用于该用途的其他材料制成。
- c) 在金属-玻璃或聚合材料-玻璃接合面中使用的金属或金属包覆衬垫,应机械固定到玻璃上。在接合面对应表面上应无金属重叠覆盖在衬垫上。
- d) 金属-玻璃接合面上的衬垫应进行试验,确定在使用条件下溶剂蒸气、温度、老化、压缩、变形对其产生的影响,以及衬垫由聚四氟乙烯或类似材料制成时,冷变形或蠕变对其产生的影响。应对衬垫固定到外盖或外壳上的方式、衬垫结构和衬垫材料进行研究,确定要进行的试验。
- e) 老化后容易硬化或黏着到接合面对应表面上的材料,不用作衬垫材料。用粘合剂或粘接剂固定的衬垫不必符合本标准的规定。

4.4.8 电气间隙和爬电距离

电阻加热器的电气间隙和爬电距离应分别符合 GB 3836.3—2010 中 4.3、4.4 的要求。

4.4.9 外壳静态强度要求

对于电阻加热器的外壳静态强度的要求,其外壳应能承受附录 A 规定的静压试验。

4.5 增安型电阻加热器的补充要求

4.5.1 总则

增安型电阻加热器的设计要求应符合 GB 3836.3—2010 第 4 章的要求。这些要求包括：

- a) 电气连接件；
- b) 电气间隙；
- c) 爬电距离；
- d) 固体电气绝缘材料；
- e) 绕组；
- f) 极限温度；
- g) 设备内部布线；
- h) 外壳的防护等级；
- i) 紧固件。

除此之外，增安型电阻加热器还应符合 4.5.2~4.5.7 的补充要求。

4.5.2 外壳与内部导体间距

电阻加热器加热元件外壳与其内部导体间的距离不应小于 2 mm。

4.5.3 外壳壁厚

电阻加热器加热元件外壳的最小壁厚不应小于 1 mm。

4.5.4 正温度系数

发热体应有正温度系数并且制造商应说明电阻在 20 °C 时的电阻值及其容差。

4.5.5 工作温度

制造商应规定工作温度 T_p (°C)。电加热元件使用的绝缘材料当进行附录 B 的 B.2 热稳定试验时，应承受 $(T_p + 20)$ °C 的温度。

4.5.6 电气保护

电阻加热器应有合适的电气保护装置。当电阻加热器与其他电气设备的保护合并在一起时除外。对用于危险区域的电阻加热器的电气保护电路的最低要求应为：

- a) 采取措施使所有的接地导体与电源隔离；
- b) 对每一个分支回路提供过电流保护；
- c) 根据系统接地形式采取防止接地故障措施(见 GB/T 16895.20 中的定义)；
- d) 对 TN 系统和 TT 系统，每个分支回路应采用额定漏电(剩余)动作电流不超过 300 mA 的漏电电流保护器。建议优先采用额定漏电动作电流为 30 mA 的保护器(除非有证据证明这会导致明显增加不必要跳闸)，该保护器在漏电动作电流时最大断开时间不超过 5 s，并且在 5 倍额定漏电动作电流时不超过 150 ms；

注 1：本保护功能除了对过电流保护功能进行补充外，是为了限制由于非正常情况下的接地故障和对地漏电电流而引起的热效应。

注 2：对 a)、b)、c) 和 d) 的要求可由一台装置执行。

- e) 对 IT 系统，应安装电气绝缘检测装置，以保证在任何情况下当电阻大于 50 Ω/V(额定电压)时断开。

4.5.7 导线截面积

考虑机械强度,连接电阻加热器的导线截面积至少为 1 mm^2 。

4.6 液体加热器的补充要求

4.6.1 概述

应采取合适的保护措施控制相关运行参数,如压力、温度和液位等,避免加热器产生与爆炸性环境接触的危险温度。

这些措施应保证具有适用于相应危险环境的防爆型式。

4.6.2 低液位保护装置

低液位保险装置在加热容器内应无电气部件。所有机械部件应能防腐蚀,如通过加热容器把浮子的运动传递到防爆开关外壳的浮游部件和挠性部件。

4.6.3 充液孔

向加热容器加注液体的孔,在预计运行的液位以上应有足够的空气空间。应用螺纹堵头密封充水孔。

4.7 气体加热器的补充要求

应采取合适的保护措施控制相关运行参数,如压力、温度和流量等,避免加热器产生与爆炸性环境接触的危险温度。

这些措施应保证具有适用于相应危险环境的防爆型式。

5 试验

5.1 总则

5.1.1 关于电阻加热器的试验,按样品抽样方案分为型式试验和出厂试验;按照样品测试性质分为电气性能试验和防爆性能试验。

5.1.2 除另有规定时,样品的通电试验应在下列条件下进行:

- a) 环境温度为 $10\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 25\text{ }^{\circ}\text{C}$,相对湿度不大于 90%,空气流速小于 6 m/s ;
- b) 电源电压偏差不得超过 $\pm 1\%$;
- c) 样品处于充分发热条件或模拟条件下。

5.2 电气性能试验

5.2.1 额定功率偏差

5.2.1.1 技术要求

电阻加热器的额定功率允许偏差不应超过 $\pm 5\%$ 。

5.2.1.2 试验方法

电阻加热器在充分发热条件下达到工作温度 10 min 后用功率表或电压表、电流表测量。测量用仪表的精度应不低于 1.5 级。

如电阻加热器功率较大,允许分别测量组成电阻加热器的每一个或多个电加热元件的额定功率,然后相加得到整体电阻加热器的额定功率。

设备工作温度应用下列方法确定:

在充分发热条件下,用表面温度计或热电偶在设备规定的测温点上进行温度测量,各个测温点上所测温度的平均值即为工作温度。测温点取 10 个,均匀分布于设备发热表面。

5.2.2 绝缘电阻测量

5.2.2.1 技术要求

5.2.2.1.1 电阻加热器的带电部件与非带电部件之间的冷态绝缘电阻,不得小于 50 MΩ。

5.2.2.1.2 电加热元件(压力)密封试验后的绝缘电阻应不小于 20 MΩ。

5.2.2.1.3 电阻加热器工作温度的热态绝缘电阻应不低于式(1)计算值,但最小应不低于 1 MΩ。

$$R = \frac{10 - 0.015T}{L} \times 10^3 \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

R ——热态绝缘电阻,单位为兆欧(MΩ);

T ——工作温度,单位为摄氏度(℃);

L ——发热长度,单位为毫米(mm)。

5.2.2.2 试验方法

5.2.2.2.1 要求

本试验用 500 V 兆欧表进行测量。在试验时,元件外壳与兆欧表不得通过大地构成回路,以免影响测量精度。同时要考虑环境对测量精度的影响。

兆欧表接在样品的任一引出端与外壳之间。

5.2.2.2.2 冷态绝缘电阻和(压力)密封试验后绝缘电阻测量

冷态绝缘电阻测量应在提供样品 24 h 之后进行。试验时允许使用高于 500 V,但不高于 2 000 V 的兆欧表进行测量。

(压力)密封试验后绝缘电阻测量应在(压力)密封试验后 30 s 内完成。

5.2.2.2.3 热态绝缘电阻测量

试验应在样品处于工作温度时进行。工作温度可参照 5.2.1.2 规定的方法进行。

接通电源使样品达到工作温度并保持 10 min 后断电,在断电后 1 min 内完成测量。在这 1 min 内不准采用任何使样品降温的强迫冷却方法。

5.2.3 泄漏电流测量

5.2.3.1 技术要求

5.2.3.1.1 冷态泄漏电流以及(压力)密封试验后的泄漏电流应不超过 0.5 mA。

5.2.3.1.2 工作温度下的热态泄漏电流应不超过式(2)的计算值,但最大应不超过 2 mA。

$$I = \frac{1}{6} L T \times 10^{-5} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

I ——热态泄漏电流,单位为毫安(mA);

L ——发热长度,单位为毫米(mm);

T ——工作温度,单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$)。

当多个元件串接到电源中时,应以这一组元件为整体进行泄漏电流试验。

5.2.3.2 试验方法

5.2.3.2.1 要求

本试验使用的毫安表精度应不低于 1.5 级。对于多支元件串接而成的电阻加热器,测量泄漏电流时应将元件外壳全部并联到毫安表。

5.2.3.2.2 冷态泄漏电流的测量

冷态泄漏电流的测量应在样品不通电的情况下进行。

使样品的外壳与大地绝缘,然后将试验电压加在样品任一接线端子与外壳之间,用接在连线中的毫安表测得的电流即为泄漏电流。

试验电压为 1.1 倍额定电压。

试验电路的原理图如图 1 所示。

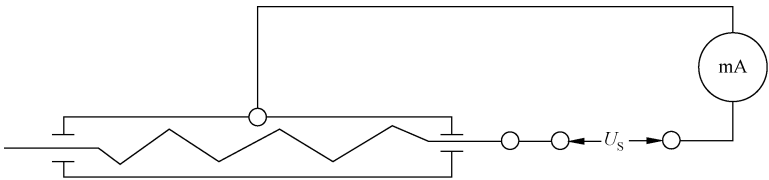


图 1 冷态泄漏电流检测简图

5.2.3.2.3 (压力)密封试验后的泄漏电流测量

试验方法同 5.2.3.2.2。

该试验应在(压力)水压密封试验结束后 5 min 内进行。

5.2.3.2.4 热态泄漏电流测量

试验应在样品通电并达到工作温度的情况下进行。

工作温度可参照 5.2.1.2 规定的方法进行。

将样品接通电压,调整试验电压 U_s 使输入功率等于额定功率的 1.15 倍,在样品达到工作温度 10 min 后开始泄漏电流测量。测量时应通过开关 K 的转换,分别在样品的两个电源接线端子测量泄漏电流,并以其中的较大值为准进行考核。

试验电路原理图如图 2 所示。

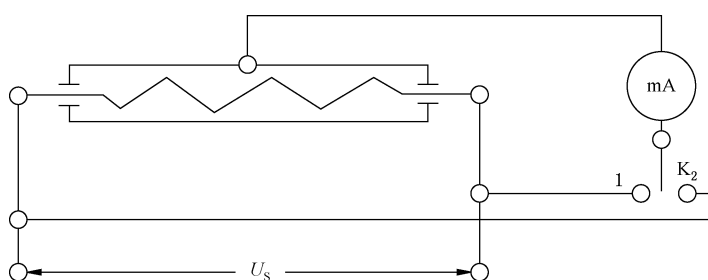


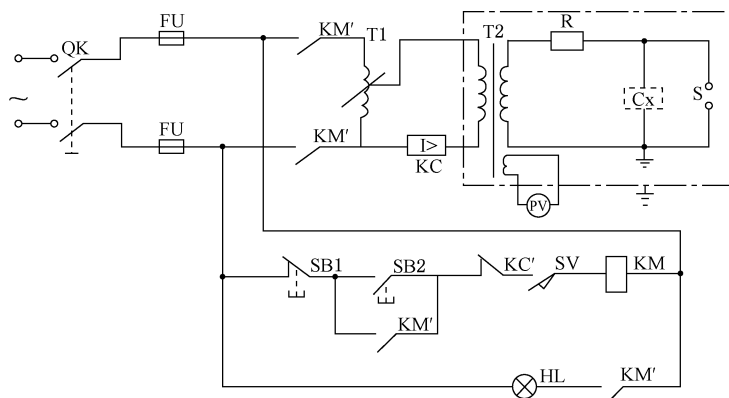
图 2 热态泄漏电流检测简图

5.2.4 绝缘介电强度试验

5.2.4.1 技术要求

电阻加热器应在下述试验条件下保持 1 min 无闪络和击穿现象。

推荐的试验电路如图 3 所示。



说明：

T1 —— 调压器；

T2 —— 试验变压器；

R —— 保护电阻；

Cx —— 试验样品；

S —— 电压测量球隙；

PV —— 电压表；

FU —— 熔断器；

HL —— 指示灯；

SB1、SB2 —— 按钮；

KC —— 过流继电器；

KM —— 接触器；

KC'、KM' —— 触点；

SV —— 门限位开关；

QK —— 电源开关。

图 3 推荐的试验电路

试验电路应满足如下基本要求：

- 试验变压器的容量应保证次级额定电流不小于 0.1 A；
- 试验电源应为 50 Hz 的正弦波，试验变压器输出电压波峰系数为 $\sqrt{2} \pm 7\%$ ；
- 保护电阻的阻值以高压每伏 $0.2 \Omega \sim 0.5 \Omega$ 计算；
- 调压器应能均匀地调节，其容量与试验变压器相同；
- 过流继电器应有足够的灵敏度，保证样品击穿时在 0.1 s 内切断电流，动作电流应选择适当值，避免发生击穿后不动作或未击穿时误动作；

- f) 高压侧的电压用精度不低于 1.5 级的静电计、球隙或通过精度不低于 0.5 级的电压互感器来测量。低压侧的电压用精度不低于 0.5 级的电压表测量,其测量误差应不超过±4%;
- g) 试验电压规定如表 2。

表 2 试验电压

额定电压	试验电压
$U_N \leq 90 \text{ V (峰值)}$	500 V
$U_N > 90 \text{ V (峰值)}$	$(1\,000 + 2U_N) \text{ V}$ 或 1 500 V,取较大值,公差范围 $^{+5\%}_0$

5.2.4.2 试验方法

5.2.4.2.1 首先设定动作电流,然后在样品的引出端与外壳之间以 0.5 kV/s 的速度将试验电压升到规定值并保持 1 min。

5.2.4.2.2 动作电流由式(3)得出:

$$I_H = \frac{U_H}{R_H} \dots\dots\dots (3)$$

式中:
 I_H ——动作电流,单位为毫安(mA);
 U_H ——试验电压,单位为伏(V);
 R_H ——120 kΩ。

动作电流应四舍五入到整数值。

5.2.4.2.3 当电阻加热器是由多支电加热元件串接而成时,在设备出厂检验时,允许在相同的试验电压下对每一支元件单独进行试验,此时,应将动作电流减半。

示例: 4 支额定电压各为 95 V 的增安型元件串接到 380 V 电源中,在型式试验时应 4 支元件串起来做 2 000 V 绝缘耐压试验,动作电流设定为 17 mA;而在出厂检验时,可以对每支进行 2 000 V 绝缘耐压试验,动作电流设定为 8 mA。

5.2.4.2.4 出厂检验时允许将试验电压提高 25%,动作电流不变,进行 1 s 绝缘耐压试验。

5.2.5 通断电试验

5.2.5.1 技术要求

电阻加热器经历 2 000 次通断电交变试验,而不发生损坏。

5.2.5.2 试验方法

将设备接入额定电压,在设备达到充分热状态并经历 10 min 后开始做 2 000 次通断电操作。
通电时间为 1.5 min,断电时间为 0.5 min。
如电阻加热器功率较大,允许分别对组成电阻加热器的每一个或多个电加热元件进行试验。

5.2.6 过载能力

5.2.6.1 技术要求

电阻加热器应能承受 30 次循环过载试验,而不发生损坏。

5.2.6.2 试验方法

将设备接入试验电压,调节电压值使输入功率达到规定值,设备在充分发热条件下,通电 1 h,然后

断电冷却 0.5 h 到室温(必要时可采用强迫冷却),通断电的循环次数为 30 次。

对额定功率不大于 100 W 的设备,输入功率为额定功率的 1.3 倍;对大于 100 W 的设备,输入功率为额定功率的 1.27 倍或 1.21 倍加 12 W,取两者中的大值。

5.2.7 耐热性

5.2.7.1 技术要求

电阻加热器应能承受 1 000 次循环耐热性试验,而不发生损坏。

5.2.7.2 试验方法

将设备接上试验电压,在设备达到充分热状态并经历 10 min 后开始做 1 000 次循环通断电操作。通电时间为 60 min,断电时间为 20 min。在断电期间设备应冷却至室温(必要时可以采用强迫冷却)。

试验电压为额定电压的 1.1 倍。

在耐热试验时设备的外壳应通过 3 A 保险丝接地。

5.2.8 温度保护装置动作可靠性试验

5.2.8.1 技术要求

电阻加热器的温度保护装置应可靠动作以避免电阻加热器达到极限温度。

5.2.8.2 试验方法

5.2.8.2.1 应对样品的每一套温度保护装置独立进行该试验。

5.2.8.2.2 对样品施加 5.2.6.2 规定的输入功率,温度保护装置应在充分考虑热惯性而样品的最高表面温度超出 5.3.1 的规定之前,以没有引起带电部件之间以及带电部件对外壳之间短路的方式来断开电路且不具有自复位功能。

5.2.8.2.3 试验共进行 5 次,温度保护装置的断开值偏差不得超过 5℃。

注 1: 在电阻加热器正常运行期间,热熔断器不应断路。

注 2: 对于非稳态结构的电阻加热器,热熔断器不应视作有效的温度保护装置。

5.2.9 低液位保险装置试验

5.2.9.1 技术要求

液体加热器的低液位保险装置应能承受 5.2.9.2 规定的各项试验。

5.2.9.2 试验方法

5.2.9.2.1 过载

低液位保险装置开关在 150%最大额定电流下并承受最不利电压时进行 50 次动作试验,不得出现电气故障,也不应有触头熔焊、或过度腐蚀、或烧损。

5.2.9.2.2 稳定性

在过载试验中使用的开关,其外壳通过 6 A 熔断器接地,在额定负载下承受 6 000 周期的运行。试验期间,内部压力等于减压阀的额定值。试验结果是,低液位保险装置开关不得出现电气故障或机械故障,也不应有触头熔焊、或过度腐蚀、或烧损。

5.2.9.2.3 压力

当液位下降至低液位保险装置开关呈现断路状态的点而且电阻加热器连接额定电源时,保险装置开关应随着压力的增加闭合电路。当保险装置分离时,保险装置开关应断开电路。

5.2.9.2.4 潮湿氨-空气应力开裂试验

低液位保险装置应能承受按下列要求进行的潮湿氨-空气应力开裂试验:

- a) 每件试验样品承受通常施加于带有其他元件的组件之上或者范围内的机械应力。在试验之前对样品施加这种应力并且试验期间仍保持这种应力;
- b) 拟用于在现场安装产品的带螺纹的试样,应满足螺纹啮合条件并且施加表 3 规定的扭矩拧紧;不应依靠聚四氟乙烯带及其他管道密封化合物使螺纹达到该要求;
- c) 三个试样表面除油脂后,保持安装状态,在装有保持潮湿的氨-空气混合物的大约 300 mm×300 mm×300 mm 的带玻璃盖的玻璃空腔中连续暴露 10 d;
- d) 在玻璃空腔的底部样品之下保持密度为 0.94 kg/dm³ 的大约 600 mL 的氨水。试样放置在氢氧化铵溶液之上 40 mm 处并用一个中性托盘支撑。空腔中的潮湿氨-空气混合物保持在常压下,温度稳定在(34±2)℃;
- e) 在经受 a)、b)、c)、d)规定的处理之后,低水位保险装置的含有 15%以上锌的黄铜浮标,当使用 25X 放大率时,应不出现断裂、破裂、扭变或分层的迹象。

5.3 防爆性能试验

5.3.1 温度

5.3.1.1 技术要求

5.3.1.1.1 电阻加热器的相应温度组别的最高表面温度须符合 GB 3836.1—2010 表 1 的规定。

5.3.1.1.2 对于加氢装置配套用增安型无刷励磁同步电动机中的电阻加热器,其最高表面温度在任何情况下均不得超过 GB 3836.1—2010 表 2 规定值的 80%。

5.3.1.1.3 在额定工作状态下,如果电缆或导管引入装置部位的温度高于 70℃,或在芯线分支部位高于 80℃,则应按照 7.6 要求在电阻加热器的接线盒上设置一个标志牌,以使用户选择电缆及布在导管中的导线。

5.3.1.1.4 电阻加热器的导线和其他金属部件的允许温度还须符合下列要求:

- a) 不致降低材料的机械强度;
- b) 不致因热膨胀而超过材料的许用应力;
- c) 不致损坏邻近的绝缘部件。

在测量导体温度时,除须考虑导体本身的发热外,还须考虑来自邻近发热部件的影响。

5.3.1.2 试验方法

5.3.1.2.1 温度测定

电阻加热器的最高表面温度测定按下列要求进行:

- a) 温度试验除了测定其最高表面温度之外,其余都是在额定状态下进行。最高表面温度测定应在设备使用参数及其他参数许可的最不利条件下进行,例如,在额定电压的允许的 90%~110%范围间最不利条件下进行;如电阻加热器功率较大,允许分别对组成电阻加热器的每一个或多个电加热元件进行试验,每个试验单元应具备独立的温度控制系统;
- b) 试验期间,加热器配备的温度控制系统应设置在温度最高点;
- c) 温度测量使用导线截面积不大于 0.2 mm²,且不小于 0.05 mm² 的热电偶进行。测试之前应确

定温度最高部位(例如使用热像仪),以便设置合适的热电偶安装位置。热电偶和相关仪表应校准和调整;

- d) 热电偶接点和相邻热电偶引线应与被测量温度的材料的表面保持良好的热接触。多数情况下,用胶带或用粘接剂粘接热电偶可以获得足够的热接触;但是如果有金属表面,可能需要硬焊、钎焊或敲击把热电偶固定到金属表面上;
- e) 热电偶和连接用的导线的选择和布置,应使它们对电阻加热器的发热特性不产生明显的影响。温度试验在温度变化不超过 2 K/h 时,则认为已达到稳定温度;
- f) 电阻加热器可能有多种使用位置时,应在每种使用位置上测定温度,并取其最高温度。如果测定的温度只适用于某一特定的使用位置,则应在试验报告上说明,并且电气设备应用标记“X”或小标牌说明;
- g) 对于加热元件不接触爆炸性气体的电阻加热器,如液体加热器,或电加热元件位于符合 GB/T 150.1 要求的压力容器内的电阻加热器,可由检验单位评定其防爆安全性能后确定最高表面温度是否位于加热元件表面;
- h) 测得的最高表面温度:
 - 对于逐台进行温度试验的电阻加热器,不应超过设备标志标明的温度;
 - 对于不是逐台进行的温度试验的电阻加热器,在 T_6 、 T_5 、 T_4 、 T_3 温度组别时应比标志的温度或温度组别的温度低 10 K,在 T_2 和 T_1 时比标志温度或温度组别的温度低 20 K;
 - 测定结果应按额定环境下最高环境温度按式(4)进行修正。

$$T = T_1 - t + t_1 \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中:

- T ——设备最高表面温度,单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$);
- T_1 ——实测最高表面温度,单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$);
- t ——实测时环境温度,单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$);
- t_1 ——规定最高环境温度,单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$)。

5.3.1.2.2 热剧变试验

电阻加热器接线盒上的观察窗透明件应经受热剧变试验。在设备达到最高表面温度时,用温度为 $(10 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ 、直径为 1 mm 的喷射水对透明件喷射而不破裂。

注:观察窗透明件也可以在模拟环境中单独进行该试验。模拟环境的温度为电阻加热器达到最高表面温度时透明件的温度。

5.3.2 电缆夹紧试验

5.3.2.1 技术要求

电阻加热器电缆引入装置应能承受电缆夹紧试验,在规定的试验拉力下施力 6 h 芯轴或电缆样品位移量不超过 6 mm。

5.3.2.2 试验方法

试验按照 GB 3836.1—2010 附录 A 的规定进行。

5.3.3 弹性密封圈的试验

5.3.3.1 技术要求

电阻加热器接线盒的电缆引入装置配用的弹性密封圈材料的试验样品应能承受规定的试验。

5.3.3.2 试验方法

试验按照 5.3.11 的规定进行。

5.3.4 冲击试验

5.3.4.1 技术要求

电阻加热器应能承受 GB 3836.1—2010 表 12 规定能量的冲击试验。

5.3.4.2 试验方法

试验按照 GB 3836.1—2010 中 26.4.2 及附录 A.3.3 规定进行。

5.3.5 扭转试验

5.3.5.1 技术要求

电阻加热器的下述导电部件(导电杆)在连接或拆卸时会受到扭矩作用,因此须经受规定扭矩的扭转试验:

- a) 接线盒内连接件及其绝缘套管;
- b) 电加热元件的引出端子。

试验后,导电杆和绝缘套管都不允许转动。

5.3.5.2 试验方法

紧固与导电杆配合的压线螺母,在螺母上施加表 3 规定的扭矩。

表 3 扭矩要求

导电杆螺纹规格	力矩/(N·m)	导电杆螺纹规格	力矩/(N·m)
M4	2.0	M20	85
M5	3.2	M24	130
M6	5	M30	160
M8	10	M36	175
M10	16	M48	185
M12	25	M60	195
M16	50	M72	200
注:其他规格螺纹的试验扭矩可以由以上数值绘成的曲线确定,对于大于上述规格螺纹的扭矩可通过曲线外推法得出。			

5.3.6 跌落试验

5.3.6.1 技术要求

对搬运时可能跌落的移动式加热器,应进行跌落试验。加热器从高度 1 m 的位置自由跌落到水泥地面 4 次,加热元件、接线盒和电缆引入装置不应有损伤。

试验后,加热器须能承受 5.2.4 规定的绝缘介电强度试验。

5.3.6.2 试验方法

在前 2 次试验时,样品如正常工作位置放置于高度为 1 m 的水平平台上,让其以自由的方式落下;其余 2 次试验,样品位于 1 m 高的位置,以不同的角度,跌落到地面上。

5.3.7 翻倒试验

5.3.7.1 技术要求

设底座或支架的移动式电阻加热器,经翻倒试验后,加热元件、接线盒以及电缆引入装置不应有损伤。

5.3.7.2 试验方法

调整不同的位置,将样品翻倒在水泥地面 10 次。

5.3.8 稳定性试验

5.3.8.1 技术要求

设底座或支架的移动式电阻加热器,应进行稳定性试验。在规定的试验条件下不应翻倒。

5.3.8.2 试验方法

电阻加热器在下述试验条件下不应翻倒:

- a) 距离垂直中心线倾斜 20° ;和
- b) 停放在水平地面上并且在电阻加热器高出地面 1.2 m 处施加水平拉力 53 N;如果电阻加热器高度小于 1.2 m,则在加热器的最高高度位置施加该拉力;和
- c) 将电阻加热器调整到在规定的使用期间可能遇到的最不稳定的状态,包括用厚度 10 mm、宽度 20 mm、有足够长度的扁钢阻碍其小脚轮或转轮,对电阻加热器的稳定性进行评判。

5.3.9 浸水试验

5.3.9.1 技术要求

电阻加热器加热元件外壳与引出端子之间的密封措施应通过浸水试验。试验后电阻加热器应能承受 5.2.4 规定的绝缘介电强度试验。

5.3.9.2 试验方法

电阻加热器完全浸没在水中至少 5 mm,时间为 30 min。取出之后擦去接线盒及其他部位的水,在 30 min 之内完成绝缘介电强度试验。

5.3.10 吸湿性绝缘材料的试验

5.3.10.1 技术要求

电阻加热器的气密部分如果采用了吸湿性绝缘材料,则应经受该试验。试验后,电阻加热器应能承受 5.2.4 规定的绝缘介电强度试验。

5.3.10.2 试验方法

气密部分应在温度为 $(80\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度不低于90%的环境中放置4周。取出之后立即擦去表面潮气,在30 min之内完成绝缘介电强度试验。

5.3.11 非金属外壳和外壳的非金属部件的试验

5.3.11.1 技术要求

电阻加热器的非金属外壳及外壳的非金属部件应通过下列试验:

- a) 耐热试验;
- b) 耐寒试验;
- c) 光老化试验。

试验后,样品须能承受5.3.4规定的冲击试验。

注:电阻加热器的非金属外壳及外壳的非金属部件不包括连接电缆及接线部位的绝缘材料。

5.3.11.2 试验方法

试验按照GB 3836.1—2010中26.7的规定进行。

5.3.12 (压力)密封试验

5.3.12.1 技术要求

电阻加热器经(压力)密封试验后,应能通过5.2.2绝缘电阻测量、5.2.3泄漏电流测量及5.2.4绝缘介电强度试验。

5.3.12.2 试验方法

样品以准备使用状态固定安装在压力试验容器上,在容器内充满相应的液体至规定压力。

充注液体为:

- a) 如果规定被加热介质为水或其他经证明高温情况下化学性能稳定的液体或气体,则为水。样品应持续浸入水中14 d;
- b) 如果被加热介质为除a)规定外的其他介质,则为在水中加2%~3%盐酸、硫酸或硝酸的酸化水。样品应持续浸入酸化水中3 h。

充注压力为:

- c) 如果规定被加热介质处于非密封式容器内,则为0;

注:此压力为忽略液体本身对浸没在其中的物体产生的压力(压强)后的相对压力。

- d) 如果规定被加热介质处于压力容器内,则为压力容器的设计压力,但最低为0.5 MPa。

6 检验规则

6.1 概述

6.1.1 应按照GB 3836.1—2010中26.1的规定进行型式试验并按照GB/T 2828.1的规定进行抽样检验。

有下列情况之一时,应进行型式试验:

- a) 新产品试制时;

- b) 当产品设计、工艺或材料变更而有可能影响性能时；
- c) 停产一年以上，再恢复生产时；
- d) 批量生产的产品每三年进行一次；
- e) 送交防爆检验单位鉴定或复审时。

6.1.2 出厂试验应对每一个样品逐一进行试验。

6.2 电阻加热器的检验规则

6.2.1 电阻加热器通用检验规则应符合表 4 的规定。

表 4 电阻加热器的通用检验规则

项目名称		标准条文	出厂试验	型式试验
结构、外观		4.1~4.3、4.6~4.7	△	△
电气性能试验	额定功率偏差	5.2.1	△	△
	绝缘电阻测量	5.2.2	△	△
	泄漏电流测量	5.2.3		△
	通断电试验	5.2.5		△
	过载能力	5.2.6		△
	耐热性	5.2.7		△
	温度保护装置动作可靠性试验	5.2.8	△	△
	低液位保险装置试验	5.2.9	△	△
防爆性能试验	绝缘介电强度试验	5.2.4	△	△
	温度	5.3.1	△	△
	电缆夹紧试验	5.3.2		△
	弹性密封圈的试验	5.3.3		△
	冲击试验	5.3.4		△
	扭转试验	5.3.5		△
	跌落试验	5.3.6		△
	翻倒试验	5.3.7		△
	稳定性试验	5.3.8		△
	浸水试验	5.3.9		△
	吸湿性绝缘材料的试验	5.3.10		△
	非金属外壳和外壳的非金属部件的试验	5.3.11		△
	(压力)密封试验	5.3.12		△
注：温度保护装置动作可靠性试验、低液位保险装置试验和温度试验是电阻加热器的基本电气性能试验，但亦与电阻加热器的防爆性能密切相关；同理，温度试验与电阻加热器的基本电气性能亦密切相关。				

6.2.2 隔爆型电阻加热器的检验规则应符合 6.2.1 及表 5 的规定。

表 5 隔爆型电阻加热器的检验规则

项目名称		标准条文	出厂试验	型式试验
结构、外观		4.4	△	△
防爆性能试验	严酷使用试验	A.1		△
	充分热状态下冲击试验	A.2		△
	引入装置密封性能及机械强度试验	A.3		△
	外壳耐压试验	A.4		△
	内部点燃不传爆试验	A.5		△

6.2.3 增安型电阻加热器的检验规则应符合 6.2.1 及表 6 的规定。

表 6 增安型电阻加热器的检验规则

项目名称		标准条文	出厂试验	型式试验
结构、外观		4.5	△	△
防爆性能试验	外壳防护等级的试验	B.1		△
	绝缘材料的热稳定试验	B.2		△

6.3 电阻加热元件的检验规则

电阻加热元件的检验规则及试验项目应符合附录 C 的规定。

7 标志

7.1 概述

电阻加热器外壳明显部位必须有永久性的标志。

标志牌的材质应采用耐化学腐蚀的材料,如青铜、黄铜或不锈钢,以保证在可能存在的化学腐蚀下,仍然清晰和耐久。

注:标志 Ex、防爆型式、类别、温度组别可用凸纹或凹纹标在外壳的明显部位。

7.2 标志牌内容

标志牌(铭牌)应包括下列各项:

- a) 制造商的名称、商标或能鉴别对产品负责机构的其他的说明性标志;
- b) 明确识别加热器的名称及其型号;
- c) 电气额定值:额定电压、额定电流或者额定功率;如果加热器拟用在多相电路上,则额定值应包含相数,必要时还应包括频率,如相关电路有电动机、继电线圈、或其他控制装置时。加热器如果规定只用于交流电或规定只用于直流电,则应明确标示;
- d) 如果是压力容器内的液体或气体加热器,则应标示设计压力(kPa);
- e) 如果是压力容器内的液体或气体加热器,则应标示设计温度(℃);
- f) 防爆标志;
- g) 防爆合格证号及特殊使用条件标志符号 X 和电加热元件标志符号 U;

注：当有必要说明的电阻加热器安全使用的特殊条件时，防爆合格证后面需加上符号“X”；也可以警告标志来代替所要求的“X”标记。

- h) 注意事项，包括下列内容或等效的内容：
 - 严禁带电开盖；
 - 运行中设备应保持绝对密封；
- i) 超出 4.2 规定时的环境温度范围。

7.3 其他标志要求

7.3.1 经试验证明符合 II C 级危险场所要求的设备应允许标注或换成 II A 级、II B 级或者 II A 级和 II B 级。

7.3.2 经试验证明符合 II B 级危险场所要求的设备应允许标注或换成 II A 级标志。

7.3.3 经试验证明符合适用于一种或多种特殊气体或蒸气环境要求的设备应不禁止标注或换成那些特殊环境的标志。例如，“Ex d II B”可以换成“Ex d II (NH3)”。

7.3.4 如果在与加热器永久连接的拟用于连接电源导线的接线盒或接线空腔的范围内的任一点，包括这种导线本身，在 5.3.1 的温度试验期间获得的温度超过了 70 ℃，则该加热器应标志“对于电源连接，使用额定值至少 _____℃ 的导线”或者用等效的语句，并且温度应符合表 7 的规定。该说明应位于电源连接处或在其附近，在加热器安装期间和之后该说明应清晰可见。

表 7 接线盒温度标志

试验期间接线盒或空腔达到的温度 ^a	温度标志
71 ℃～90 ℃	70 ℃
91 ℃～105 ℃	90 ℃
106 ℃～165 ℃	150 ℃
166 ℃～215 ℃	200 ℃
^a 该温度为以在 40 ℃的环境温度为基础进行修正之后的温度。	

附录 A

(规范性附录)

隔爆型电阻加热器的补充试验

A.1 严酷使用试验

A.1.1 如果隔爆型电阻加热器加热元件外壳的厚度小于表 1 要求,并且没有厚度至少 3.2 mm 的辅助导热层,则应在 5 只电加热元件样品上分别进行下列试验。

A.1.2 在样品上施加额定电压,进行 1 min 通电、4 min 断开的 6 000 次循环操作。在断开期间,样品经环境空气自然冷却。

该试验后样品应能承受 5.2.4 规定的绝缘介电强度试验。

A.1.3 在样品上施加额定电压,进行 5 min 通电、25 min 断开的 50 次循环操作;在断开期间,样品发热表面浸没在水中进行冷却。

该试验后样品应能承受 5.2.4 规定的绝缘介电强度试验。

A.1.4 在样品上施加额定电压,进行 5 min 通电、25 min 断开的 50 次循环操作;在断开期间,样品经 5 min 的环境空气冷却和 20 min 的 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 空气冷却。

该试验后样品应能承受 5.2.4 规定的绝缘介电强度试验。

A.1.5 将样品固定在试验台上,进行频率为 $2\,000\text{ min}^{-1}$ 、振幅为 0.8 mm、历时 35 h 的振动试验。

该试验后样品应能承受 5.2.4 规定的绝缘介电强度试验。

A.1.6 样品在充分热状态中承受 20 kg 重物从 1 m 高度垂直下落的冲击能量。

该试验后样品应能承受 5.2.4 规定的绝缘介电强度试验。

A.2 充分热状态下冲击试验

针对 A.1.6 中规定的冲击试验,将样品放在宽 40 mm 的平面钢板上。20 kg,平底,尺寸 $150\text{ mm}\times 100\text{ mm}$ 的重物从 1 m 高度穿越垂直导管自由地落下,撞击无翅片的加热器元件的外壳。如果元件全部长度上均带有翅片,则重物冲击在翅片上。如果元件部分长度上带翅片,则进行两次冲击试验:第一次试验重物冲击在翅片上,第二次试验重物冲击在加热器元件的外壳上。

A.3 引入装置密封性能及机械强度试验

试验按照 GB 3836.2—2010 附录 C 的 C.3 的规定进行。

A.4 外壳耐压试验

A.4.1 试验条件

外壳耐压试验在电阻加热器处于准备使用状态或模拟状态下进行。

A.4.2 爆炸压力(参考压力)测定

参考压力是通过试验得出的高于大气压力的最大平滑压力的最高值。

该试验按照 GB 3836.2—2010 中 15.1.2 的规定进行。

A.4.3 过压试验

该试验应按下列方法之一进行,这些方法是等效的。

a) 静压试验

静压试验的压力应符合下列要求:

——当最大压力产生的时间超过 5 ms 时,2.25 倍于参考压力,但至少为 0.35 MPa;或

——当最大压力产生的时间不超过 5 ms 时,3 倍于参考压力,但至少为 0.35 MPa。

b) 材料强度预算

如果材料强度预算显示安全系数基于参考压力,则不要求进行静压试验。安全系数按表 A.1 的规定。

表 A.1 外壳强度的安全系数

外壳材质或部件	预算用试验系数	水压试验的试验系数
铸造金属	5	4
非金属	—	4
结构钢和铝	4	3 ^a
紧固螺栓或螺钉	3	3
^a 外壳应能承受至少 2 倍参考压力的水压而不发生永久变形和承受至少 3 倍参考压力的水压而不发生破裂。		

A.5 内部点燃不传爆试验

内部点燃不传爆试验在电阻加热器处于准备使用状态或模拟状态下进行。

试验按照 GB 3836.2—2010 中 15.2 的规定进行。

附录 B

(规范性附录)

增安型电阻加热器的补充试验

B.1 外壳防护等级的试验

B.1.1 技术要求

内部装有裸露带电部件的外壳,至少具有 IP54 的防护等级。

内部仅装有绝缘带电部件的外壳,至少具有 IP44 的防护等级。

试验后,样品应能承受 5.2.4 规定的绝缘介电强度试验。

B.1.2 试验方法

试验程序按照 GB/T 4208 的规定进行。

当制造商验收规范(如有关的产品标准)比 GB/T 4208 更严格时,当其不影响防爆性能时亦可使用。

按照 GB/T 4208 被试验样品不允许带电。

B.2 绝缘材料的热稳定试验

B.2.1 技术要求

如果电阻加热器的接线部位采用绝缘材料,则该材料应承受热稳定试验。试验后,样品应能通过 5.2.4 规定的绝缘介电强度试验。

B.2.2 试验方法

将绝缘材料样品或试样在温度为 $(T_p + 20)^\circ\text{C}$ 但不低于 80°C 的环境中存放 4 周,然后在 $-25^\circ\text{C} \sim -30^\circ\text{C}$ 之间存放至少 24 h。

附 录 C
(规范性附录)
电阻加热元件的试验

C.1 检验规则

电阻加热元件的检验规则应符合电阻加热器的检验规则。

C.2 试验项目

电阻加热元件的试验应符合电阻加热器的相应试验规定。试验项目如表 C.1 所示。

表 C.1 电阻加热元件的试验

序号	项目名称	标准条款
1	额定功率偏差	5.2.1
2	绝缘电阻测量	5.2.2
3	泄漏电流测量	5.2.3
4	绝缘介电强度测量	5.2.4
5	通断电试验	5.2.5
6	过载能力	5.2.6
7	耐热性	5.2.7
8	温度	5.3.1
9	冲击试验	5.3.4
10	扭转试验	5.3.5
11	跌落试验	5.3.6
12	浸水试验	5.3.9
13	吸湿性绝缘材料的试验	5.3.10
14	(压力)密封试验	5.3.12
15	严酷使用试验	A.1
16	充分热状态下冲击试验	A.2
17	绝缘材料的热稳定试验	B.2
注：1~14 项为电加热元件的通用试验；15、16 项为预计与其他防爆产品配合后符合隔爆型“d”要求的电加热元件所需要进行的试验；17 项为预计与其他防爆产品配合后符合增安型“e”要求的电加热元件所需要进行的试验。		

C.3 温度保护措施

应在说明性文件中注明电加热元件需要配用的温度保护措施的要求,如温控器的型号规格及使用参数;在试验时这些符合要求的措施应与电加热元件一起考核。

C.4 保护元件

预计用于液体或气体加热的电加热元件,应在说明性文件中注明需要配用的液位开关、流量开关等保护元件的型号规格及使用参数。

参 考 文 献

- [1] GB/T 151—2014 热交换器
 - [2] GB 5959.1—2005 电热装置的安全 第1部分:通用要求
 - [3] GB/T 14048.1—2012 低压开关设备和控制设备 第1部分:总则
 - [4] JB/T 2379—1993 金属管状电热元件
 - [5] JB/T 4088—2012 日用管状电热元件
 - [6] JB/T 7836.1—2005 电机用电加热器 第1部分:通用技术条件
 - [7] JB/T 7836.3—2005 电机用电加热器 第3部分:防爆型翅片管电加热器
 - [8] UL 823—2006 (分级的)危险场所用电加热器
-