



中华人民共和国国家标准

GB/T 32348.1—2015/IEC 62395-1:2013

工业和商业用电阻式伴热系统 第1部分：通用和试验要求

Electrical resistance trace heating systems for industrial and commercial applications—Part 1: General and testing requirements

(IEC 62395-1:2013, IDT)

2015-12-31 发布

2016-07-01 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

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
工业和商业用电阻式伴热系统
第 1 部分:通用和试验要求
GB/T 32348.1—2015/IEC 62395-1:2013

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲 2 号(100029)
北京市西城区三里河北街 16 号(100045)

网址 www.spc.net.cn

总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238

读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 2.5 字数 64 千字
2016 年 2 月第一版 2016 年 2 月第一次印刷

*

书号: 155066·1-52903

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107

目 次

前言	V
引言	VI
1 范围	1
2 规范性引用文件	2
3 术语和定义	2
4 通用要求	6
4.1 一般要求	6
4.2 导电护套	6
4.3 分支回路的电路保护要求	6
4.4 温度要求	7
4.4.1 一般要求	7
4.4.2 稳态设计	7
4.4.3 受控设计	7
5 试验	7
5.1 型式试验——一般要求	7
5.2 型式试验——适用于所有应用	7
5.2.1 绝缘耐压试验	7
5.2.2 绝缘电阻试验	8
5.2.3 可燃性试验	8
5.2.4 室温冲击试验	9
5.2.5 最低温度冲击试验	11
5.2.6 变形试验	12
5.2.7 冷弯试验	13
5.2.8 耐水试验	13
5.2.9 整体构件耐水试验	14
5.2.10 额定输出功率验证	14
5.2.11 绝缘材料热稳定性	16
5.2.12 并联伴热器热性能试验	17
5.2.13 最高护套温度测定	18
5.2.14 启动电流验证	23
5.2.15 导电护套电阻验证	23
5.2.16 连接件(接头)应力消除试验	24
5.3 型式试验——对户外暴露的无隔热层的表面加热装置的附加试验	24
5.3.1 额定输出功率验证	24
5.3.2 最高护套温度的测定	24
5.3.3 增强型防潮试验	24
5.3.4 紫外线(UV)试验	24

5.3.5	耐切削试验	24
5.3.6	磨损试验	24
5.3.7	拉伸试验	25
5.3.8	导轨系统电压峰值试验	25
5.3.9	导轨系统过电压试验	25
5.4	型式试验——对嵌入式加热应用的附加试验和试验修正	25
5.4.1	额定输出功率验证	25
5.4.2	最高护套温度测定	26
5.4.3	耐切削试验	26
5.4.4	可燃性试验	26
5.5	型式试验——对导管和管道内部伴热应用的附加试验	26
5.5.1	额定输出功率验证	26
5.5.2	最高护套温度测定	26
5.5.3	增强型防潮试验	26
5.5.4	拉力试验	26
5.6	型式试验——对喷洒系统的附加要求	26
5.6.1	正常和异常运行试验	26
5.6.2	正常运行试验	26
5.6.3	异常运行试验	29
5.7	常规试验	29
5.7.1	绝缘耐压试验	29
5.7.2	额定输出功率验证	29
6	铭牌	29
6.1	一般要求	29
6.2	产品铭牌	29
7	安装说明书	30
	参考文献	32
图 1	燃烧试验	9
图 2	室温冲击试验	10
图 3	室温冲击试验机示例	11
图 4	最低温度冲击试验机示例	12
图 5	冷弯试验	13
图 6	防潮试验	14
图 7	额定输出功率验证	16
图 8	管装试验	19
图 9	板装试验	20
图 10	允许伴热器接触的板装试验	21
图 11	使用产品近似法的最高护套温度	23
图 12	磨损试验	25
图 13	喷洒系统温度控制试验——支路布置	27
图 14	喷洒系统温度控制试验——支路——替代布置	28

图 15 喷洒系统温度控制试验——供水管布置 28

表 1 绝缘耐压试验的试验电压 7

表 2 产品铭牌 30

前 言

GB/T 32348《工业和商业用电阻式伴热系统》分为以下 2 个部分：

- 第 1 部分：通用和试验要求；
- 第 2 部分：系统设计、安装和维护应用指南。

本部分为 GB/T 32348 的第 1 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分采用翻译法等同采用 IEC 62395-1:2013《工业和商业用电阻式伴热系统 第 1 部分：通用和试验要求》。

与本部分中规范性引用的国际文件有一致性对应关系的我国文件如下：

- GB/T 2423.24 环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 Sa：模拟地面上的太阳辐射及其试验导则(GB/T 2423.24—2013, IEC 60068-2-5:2010, IDT)；
- GB 5959.1 电热装置的安全 第 1 部分：通用要求(GB 5959.1—2005, IEC 60519-1:2003, IDT)；
- GB/T 5959.10 电热装置的安全 第 10 部分：对工业和商业用电阻式伴热系统的特殊要求(GB/T 5959.10—2015, IEC 60519-10:2013)。

为便于使用，本部分对 IEC 62395-1:2013 做了如下编辑性修改：

- 删除国际标准的前言；
- “本标准”一词改为“本部分”。

本部分由中国电器工业协会提出。

本部分由全国工业电热设备标准化技术委员会(SAC/TC 121)归口。

本部分起草单位：西安电炉研究所有限公司、滨特尔热控技术(上海)有限公司、芜湖佳宏新材料有限公司、上海新冠伴热工程有限公司、安邦电气集团有限公司、芜湖市科阳电热材料有限责任公司、博太科防爆设备(上海)有限公司。

本部分主要起草人：黄奎刚、葛华山、吴兴军、徐楚楠、童南松、李贻连、凌钧、吴静、杜昉、朱琳。

引 言

本部分规定了工业和商业用电阻式伴热设备适用的基本要求和试验方法。虽然本部分的一些内容已存在于某些国家标准或国际标准中,但本部分对已有的标准进行了整理并增加了大量内容。

GB/T 32348.2—2015 规定了工业和商业用电伴热系统设计、安装和维护的详细建议。

GB/T 32348 的目的是通过以下规定,使电阻式伴热系统正常使用时,应能在其规定的使用条件下安全工作:

- a) 使用结构合理的加热器且满足本部分中详细规定的试验标准。这种结构包括金属护套、编织层、屏蔽或等效导电护套;
- b) 在设计、安装和维护时,按照 GB/T 32348.2—2015 使其在安全温度上工作;
- c) 至少有本部分和 GB/T 32348.2—2015 要求的最低等级的过电流和接地故障防护。

工业和商业用电阻式伴热系统

第1部分:通用和试验要求

1 范围

GB/T 32348 的本部分规定了对电阻式伴热系统的要求,包括通用试验要求。

本部分适用的伴热系统包括工厂装配或现场(工地)组装的单元,可能是已经按照制造商的说明组装和/或端接的串联和并联伴热器或表面加热器(伴热垫和伴热板)。

本部分还包括对与伴热系统同时使用的端接部件和控制方法的要求。

本部分规定了工业和商业用电阻式伴热设备适用的基本要求和试验方法。按本部分认证的产品由受过适当技术培训的人员安装,同时,只能由受过培训的人员进行特别关键的工作,例如连接件和接端件的安装。安装应在受过电阻式伴热系统额外培训的合格人员的监督下进行。

本部分不适用于潜在爆炸性气氛中的任何应用。

本部分不涉及感应、阻抗或集肤效应加热。

伴热系统可以分为不同的应用类型,在安装时和安装后的不同条件下需要满足不同的试验要求。伴热系统通常按特定的装置或应用类型进行认证。不同类型装置的典型应用包括但不限于:

a) 管道、容器和配套设备表面加热用伴热装置,应用包括:

- 防冻和保温;
- 热水管道;
- 石油和化工管道;
- 喷洒系统主管道和供水管。

b) 户外露天场地用伴热装置,应用包括:

- 屋顶除冰;
- 排水沟和下水管道除冰;
- 沉积池与排水系统;
- 导轨加热¹⁾。

c) 具有嵌入式伴热的装置,应用包括:

- 融雪;
- 冻胀防护;
- 地暖;
- 蓄能系统;
- 门框。

d) 导管和管道系统内伴热装置,应用包括:

- 融雪(在导管内);
- 冻胀防护(在导管内);
- 地暖(在导管内);
- 蓄能系统(在导管内);
- 饮用水管道防冻用内部伴热;

1) 尚需进一步的评估,以明确某些特殊应用条件,如所加电压的波动和电压峰值。

——封闭排水系统和下水道。

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 32348.2—2015 工业和商业用电阻式伴热系统 第2部分:系统设计、安装和维护应用指南(IEC 62395-2:2013, IDT)

IEC 60068-2-5 环境试验 第2部分:试验方法 试验 Sa: 模拟地面上的太阳辐射及其试验导则(Environmental testing—Part 2-5: Tests—Test Sa: Simulated solar radiation at ground level and guidance for solar radiation testing)

IEC 60519-1 电热装置的安全 第1部分:通用要求(Safety in electric heating installations—Part 1: General requirements)

IEC 60519-10 电热装置的安全 第10部分:对工业和商业用电阻式伴热系统的特殊要求(Safety in electric heating installations—Part 10: Particular requirements for electrical resistance trace heating systems for industrial and commercial applications)

ASTM D 5025-05 塑料材料小型燃烧试验用实验室烧嘴的标准规范(Standard Specification for Laboratory Burner Used for Small-Scale Burning Tests on Plastic Materials)

ASTM D 5207-09 塑料材料小型燃烧试验用 20-mm(50-W)和 125-mm(500-W)试验火焰校验的标准操作规程(Standard Practice for Confirmation of 20-mm(50-W) and 125-mm(500-W) Test Flames for Small-Scale Burning Tests on Plastic Materials)

3 术语和定义

IEC 60519-10 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

注1: 一般定义见 GB/T 2900 电工术语。与工业电热有关的术语在 GB/T 2900.23 中定义。

注2: 本章定义的术语在本部分和 GB/T 32348.2—2015 中都会用到。

3.1

环境温度 ambient temperature

被考虑对象周围的温度。

注: 当伴热器或表面加热器被绝热材料包裹时,环境温度为该绝热材料外面的温度。

3.1.1

最高环境温度 maximum ambient temperature

环境温度的最高规定值。

3.1.2

最低环境温度 minimum ambient temperature

环境温度的最低规定值。

注: GB/T 32348.2—2015 中的热损失计算基于最低环境温度。

3.2

分支回路 branch circuit

电路过电流保护装置与伴热器或表面加热器之间的配线安装部分。

3.3

冷端引线 cold lead

用于连接伴热器或表面加热器与分支回路的单根或多根绝缘导线,该导线设计成不会产生明显的

热量。

3.4

连接件 connection

用来将伴热器或表面加热器连接至电源接线或这些装置的连接部分的接头或接线。

3.5

盲管 dead leg

同正常流动的管线隔开的一段工艺管道,其目的是提供热损失参照。

3.6

设计负荷 design loading

在最不利情况下,考虑了电压和电阻的偏差以及适当的安全因素后,满足设计要求的最小功率。

3.7

导电护套 electrically conductive covering

金属外套、金属编织层或导电材料。

3.8

终端 end termination

位于伴热器供电端相对端、可能产生热量的端接件。

[GB/T 2900.35—2008,426-20-4]

3.9

工厂装配单元 factory-fabricated unit

由制造商装配的,包含必要的端接件和连接件的伴热器单元(组),或表面加热器单元(组)。

3.10

现场组装单元 field-assembled unit

以无端接头形式提供,具有端接部件,且在工作现场组装的伴热器或表面加热器。

3.11

热损失 heat loss

从管道、容器或设备散失到其周围环境中的能量。

3.12

散热件 heat sink

从工件上传导并耗散热量的部件。

注:典型的散热件为管托、管线支架和诸如阀门驱动机构或泵体之类的大质量物件。

3.13

传热辅料 heat transfer aids

用来增加从伴热器或表面加热器向工件的传热效率的导热材料,如金属箔或导热膏。

3.14

伴热垫 heater pad

由串联或并联元件组成,具有足够的挠性,以适应被加热表面形状的表面加热器。

3.15

伴热板 heater panel

由串联或并联元件组成,构造成大体适应被加热物体表面形状的非挠性表面加热器。

3.16

上限温 high limit temperature

包括管道、流体和伴热系统在内的整个系统的最高容许温度。

3.17

整体构件 integral components

诸如热收缩接头、冷端引线连接件、模压端头密封件或接线之类的部件，它们与伴热器或表面加热器的整体形状一致并与伴热器或表面加热器处于相同的环境中，可以是工厂装配或现场组装的，如果发生修理或修正就不能再次使用。

3.18

低风险机械损伤 low risk of mechanical damage

仅有较低等级的冲击和变形发生的装置或应用。

3.19

最高护套温度 maximum sheath temperature

伴热器或表面加热器最外层连续护套的最高温度。

3.20

最高承受温度 maximum withstand temperature

对伴热器或表面加热器及其构件的热稳定性不会产生不利影响的最高工作或暴露温度。

3.21

工作电压 operating voltage

工作状态下施加到伴热器或表面加热器上的实际电压。

3.22

外护套 overjacket

加装在导电护套外以防腐蝕的连续材料层。

3.23

并联伴热器 parallel trace heater

以并联方式连接的加热元件，加热元件是连续的或在离散的单元或区域内，这样每单位长度上的功率密度不会因电路长度的任何变化而明显变化。

3.24

功率密度 power density

单位功率输出，对伴热器为瓦特每米；对表面加热器为瓦特每平方米。

3.25

电源端 power termination

向伴热器或表面加热器供电的端子。

3.26

额定输出功率 rated output

伴热器或表面加热器在额定电压和温度下的总功率或单位长度或单位表面积的功率，通常用瓦特、瓦特每米或瓦特每平方米度量。

3.27

额定电压 rated voltage

由制造商指定的，伴热器或表面加热器工作和性能特性所涉及的电压。

3.28

常规试验 routine test

对每台设备在制造期间或制造完成后进行的，以确定其是否符合某些标准的试验。

3.29

串联伴热器 series trace heater

以串联方式连接的、只有一条电流通路，且在给定温度下，给定长度上的电阻为一特定值的加热

元件。

3.30

护套 sheath

均匀且连续的金属或非金属套,包裹在绝缘导体外面,用来保护伴热器或表面加热器免受机械损伤和周围环境(腐蚀,潮湿等)的影响,它能提供一条电气通路,使电气保护装置能按预期运行。

注:见外护套(3.22)。

3.31

稳态设计 stabilized design

通过设计和使用,使伴热器或表面加热器的温度在最不利条件下稳定在极限温度以下,而无需保护系统来限温的设计思想。

3.32

启动电流 start-up current

伴热器或表面加热器通电瞬间的电流。

3.33

表面加热器 surface heater

用来加热相对较大面积的伴热垫或伴热板,通常由一个或多个金属导体构成,也可包含一个或多个离散或连续的电加热元件,金属导体和加热元件被适当的绝缘和保护。

3.34

表面加热器单元 surface heater unit

按照制造商的说明适当连接的表面加热器。

3.35

系统文件 system documentation

通常由供应商提供的,能满足对伴热系统的理解、安装和安全使用的信息。

3.36

三通 tee

伴热器或表面加热器的电气连接件,为适合电路分支的串联或并联结构,其形状类似大写字母 T。

3.37

温控器 temperature controller

将感应温度和控制供给到伴热器或表面加热器功率的器件结合在一起的装置或装置的组合。

3.38

温度传感器 temperature sensor

对温度做出响应并发出电信号或机械动作的装置。

3.39

保温层 thermal insulation

具有气孔、空隙或热反射表面,正确使用时可减少热传递的材料。

3.40

伴热器 trace heater

以电阻加热为原理,为了产生热量而设计的线状装置。

3.41

伴热器单元 trace heater unit

按照制造商的说明恰当连接的伴热器。

3.42

伴热 trace heating

伴热器和表面加热器及其支撑部件的应用,通过串联或并联的加热元件产生热量,用来维持或升高管道、容器和其他表面的温度。

3.43

型式试验 type test

对一个或多个有代表性的生产项目进行的符合性试验。

[GB/T 2900.83—2008,151-16-16]

3.44

气候防护层 weather barrier

加装在隔热材料外表面,用来保护其免受水或其他液体浸入,冰雪、大风或机械误伤造成物理伤害以及太阳辐射或大气污染而引起的退化的材料。

3.45

工件 workpiece

伴热器作用的对象。

4 通用要求

4.1 一般要求

本部分所涉的电阻式伴热系统的设计和构造应确保其在电气、热和机械上耐久且性能可靠,以便在正常使用时,不会对用户或周围环境造成危害。

仅在低风险机械损伤区域内使用的伴热器在进行 5.2.4 和 5.2.5 的冲击试验时,可使用较小的负载,同时在进行 5.2.6 的变形试验时,可使用较小的外力,且应按第 7 章的规定明确地标示出来。

如果伴热器和表面加热器是以整体组装(预装配)的方式供货的,则可提供额外的机械保护,以满足本部分的要求,且应按第 7 章 g)项的要求进行标示。

与饮用水接触的伴热设备应使用满足相关毒性要求的材料制成。

制造商应给出以摄氏温度表示的最高承受温度。当按照 5.2.11 进行试验时,伴热器或表面加热器所使用的材料应能承受比其最高承受温度高 20 K 的温度。

4.2 导电护套

伴热器和表面加热器应有至少覆盖其表面 70% 的均匀分布的导电护套。表面加热单元的构造应使导电护套位于被加热表面的相对端。

4.3 分支回路的电路保护要求

伴热系统的最低要求为:

- a) 将所有导线与电源隔离的措施;
- b) 对每个分支回路提供过电流保护;
- c) 对每个分支回路提供接地故障保护。

伴热器或表面加热器分支回路的电气保护应能阻断接地故障和短路故障。应使用接地故障保护装置或具有接地故障阻断功能的控制器。除了容性漏电可能导致的误跳闸外,推荐使用 30 mA 的标称跳闸值,在有该误跳闸时,可使用跳闸电流不超过 300 mA 的装置。这些装置与电路过电流保护装置配合使用。为了设备或程序的安全运行,在需要维护和管理条件确保仅合格人员才可操作已安装的系统并进行连续的电路操作的情况下,如果安装的警报能够起到作用,则无故障阻断能力的接地故障检测装置

也是可以接受的。

4.4 温度要求

4.4.1 一般要求

伴热系统应设计成在所有可合理预见条件下,伴热器或表面加热器的表面温度不超过其最高承受温度或任何最高系统温度值。这应通过稳态设计或受控设计来实现。

4.4.2 稳态设计

稳态设计即伴热器或表面加热器的最高表面温度无需恒温控制就能确定的一类应用,它们应使用 5.2.13.2 规定的系统模拟或 5.2.13.3 规定的产品近似法。

4.4.3 受控设计

通过受控设计得到的表面温度是基于温控器或限温装置的能量限制的。

5 试验

5.1 型式试验——一般要求

所有伴热器和表面加热器都应满足 5.2 中给出的型式试验的要求。第 1 章 b)、c)、d) 中的伴热器和表面加热器还应分别满足 5.3、5.4 和 5.5 的要求。

除非另有规定,选做试验的伴热器样品应至少长 3 m。

除非另有说明,整体构件应与伴热器或表面加热器进行相同的型式试验。系统构件除了被认定为整体构件的以外,应根据与它们的构造和使用有关的标准进行评估。

除非另有规定,试验应在 10 °C~40 °C 的室温下进行。

除非另有规定,应使用不同的样品进行每次试验。应根据制造商的建议准备样品。

5.2 型式试验——适用于所有应用

5.2.1 绝缘耐压试验

应按照表 1 对伴热器或表面加热器进行绝缘耐压试验。

表 1 绝缘耐压试验的试验电压

单位为伏

额定电压 U	试验电压 交流(有效值)
<30, 交流(有效值)	500
<60, 直流	500
≥ 30 , 交流(有效值)	$2U+1\ 000$
≥ 60 , 直流	$\sqrt{2}U+1\ 000$

对单导线串联伴热器或表面加热器,试验电压应加在导线与金属护套、编织层、屏蔽层或等效导电护套之间。

对多导线串联伴热器或表面加热器,试验电压应加在连接在一起的导线与金属护套、编织层、屏蔽层或等效导电护套之间,也应依次加在每根导线与其余连接在一起的导线之间。

对并联伴热器或表面加热器,试验电压应加在连接在一起的导线与金属护套、编织层、屏蔽层或等效导电护套之间。

也可选择在室温下,将伴热器或表面加热器浸入自来水(电阻率通常为 $50\,000\ \Omega \cdot \text{cm}$)中进行绝缘耐压试验。试验电压应加在加热导线与水之间。

电压上升速率既不应低于 $100\ \text{V/s}$,也不应高于 $200\ \text{V/s}$,并保持在规定的试验电压下历时 $1\ \text{min}$ 而不发生介质击穿。试验电压波形应基本上为正弦,频率在 $45\ \text{Hz} \sim 65\ \text{Hz}$ 之间。

在进行 5.2.4、5.2.5、5.2.6、5.2.7、5.2.8、5.2.9、5.2.11、5.3.3、5.3.8、5.3.9、5.5.3.2、5.5.4 和 5.7.1 的型式试验时,对额定电压为交流 $30\ \text{V}$ 或以上的 MI 伴热器,5.2.1 中要求的试验电压可降至交流 $(2U + 500)\ \text{V}$;对额定电压为直流 $60\ \text{V}$ 或以上的 MI 伴热器,试验电压可降至直流 $(\sqrt{2}U + 500)\ \text{V}$ 。

在确定额定电压 U 时,应考虑相间或各相与中性线之间电压等级的正确使用。

5.2.2 绝缘电阻试验

应在 5.2.1 的绝缘耐压试验之后,对按照 5.1 准备的试样测量绝缘电阻。

对单导线串联伴热器或表面加热器,绝缘电阻应在导线和金属护套、编织层、屏蔽层或等效导电护套之间测量。

对导线间相互绝缘的多导线串联伴热器或表面加热器,绝缘电阻应在连接在一起的导线和金属护套、编织层、屏蔽层或等效导电护套之间测量,也应依次在每根导线和其余连接在一起的导线之间测量。

对并联伴热器或表面加热器,绝缘电阻应在连接在一起的导线和金属护套、编织层、屏蔽层或等效导电护套之间测量。

绝缘电阻应使用至少 $500\ \text{V}$ 的直流电压来测量。测量值应不低于 $50\ \text{M}\Omega$ 。

5.2.3 可燃性试验

应对伴热器和表面加热器以及具有整体构件的伴热器和表面加热器进行可燃性试验。所有尺寸的试样都应能满足本试验。试验应在没有通风气流的房间内进行,并在最小体积为 $0.5\ \text{m}^3$ 的燃烧室或排烟罩内完成。对伴热器,试样长度应至少为 $450\ \text{mm}$,应垂直悬挂。表面加热器试样应同上,最大宽度为 $80\ \text{mm}$ 。

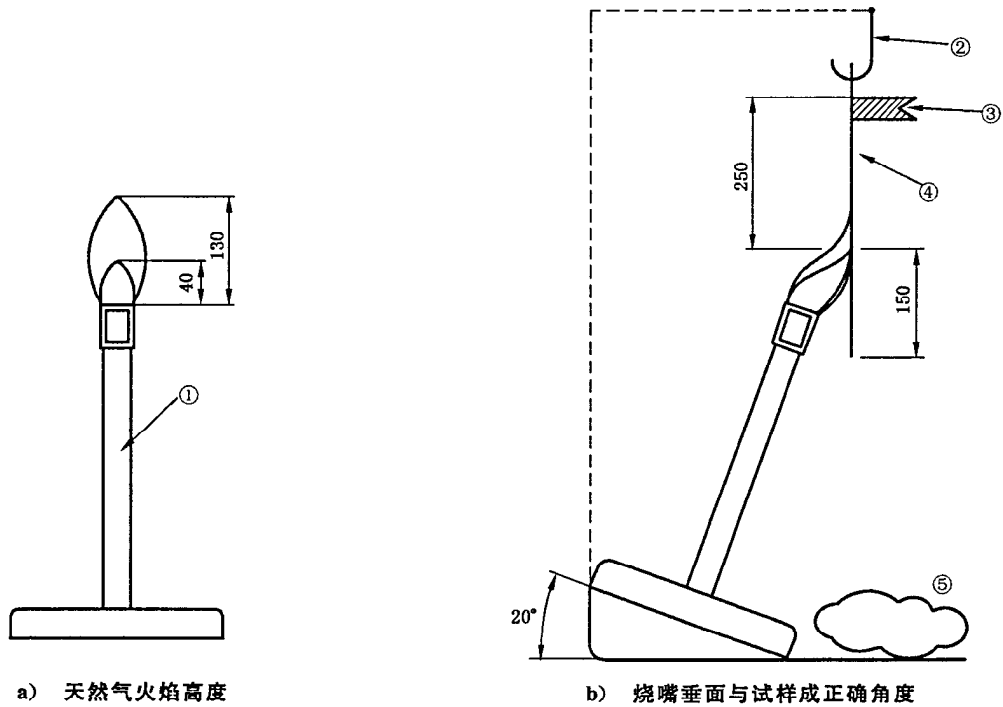
应用一条原色胶粘试纸缠绕试样一周,并使其伸出试样 $20\ \text{mm}$ 。试纸应位于火焰内蓝锥与试样接触点上方 $250\ \text{mm}$ 处。应在试样下方放置一层干燥且厚度不超过 $6\ \text{mm}$ 的纯药棉,从药棉到火焰施加点的距离也为 $250\ \text{mm}$ 。

应使用 ASTM D 5025-05 所述的实验室烧嘴进行试验。由烧嘴产生的气体火焰应按照 ASTM D 5207-09 所述进行校准。燃料应是甲烷、丙烷或天然气,且应适于校准至符合 ASTM D 5207-09 的程序。如图 1 所示,火焰应调整至 $130\ \text{mm}$ 高,内蓝锥高为 $40\ \text{mm}$ 。烧嘴应竖直倾斜 20° 并使火焰加到加热装置上,使火焰内蓝锥的顶端在原色试纸下方 $250\ \text{mm}$ 处以及距试样底部约 $150\ \text{mm}$ 处接触试样。对端接组件而言,应使火焰接触材料最薄弱处。悬挂或支撑试样的夹子应位于试纸上方,且在火焰施加点下方至少 $80\ \text{mm}$ 处。

火焰应以这种方式施加到试样上:烧嘴管主轴所在的垂面应与试样成正确角度。对表面加热器,火焰施加在表面加热器水平方向的中点上,原色试纸在火焰上方竖直放置,火焰尺寸如图 1 所示。应施加火焰 $15\ \text{s}$,然后移去 $15\ \text{s}$ 后重新施加,如此反复 5 次。

如果在第 5 次施加火焰之后,试样燃烧时间不超过 $1\ \text{min}$,未烧掉伸出的原色试纸的 25% 以上,且落下的燃烧颗粒也未引燃棉花,那么实验结果应视为满足要求。

单位为毫米



说明:

- ①——烧嘴;
- ②——挂钩;
- ③——原色纸旗标;
- ④——试样;
- ⑤——干燥的纯药棉。

图 1 燃烧试验

5.2.4 室温冲击试验

注:电加热器和表面加热器在其大多数应用中都有隔热材料覆盖,因而提供了一些机械防护。然而,在某些情况下,伴热器和表面加热器不受隔热材料的机械防护。例如,在加上隔热材料前的安装过程中,或者在伴热器从隔热材料引出,进入接线盒或户外露天区域安装的地方。

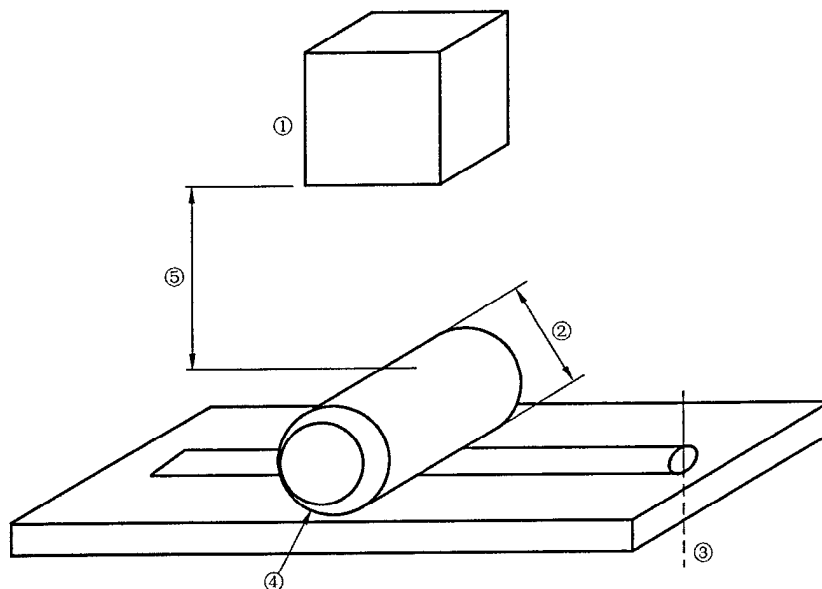
将长约 200 mm 的试样放在位于刚性基体上的一个刚性钢板上(约 21 kg,尺寸为 195 mm×195 mm×70 mm),这样由基体吸收的冲击能量便可忽略不计。试样放在一个直径为 25 mm 的淬过火的钢制水平圆柱体中段的下面。在用于表面加热器试验时(见图 2 和图 3),要求该圆柱体长 25 mm,具有半径约为 5 mm 的平滑倒圆。试验时,将圆柱体水平置于试样上,对伴热器而言,圆柱体的轴与试样垂直。非圆形横截面伴热器的放置,应使施加的冲击力沿着短轴的方向(也就是说试样平放于钢板之上)。

除低风险机械损伤应用中使用的电伴热器要进行的各项试验外,应允许质量为 1 kg 的冲击锤从 700 mm(7 J 标称冲击能)高处掉落到水平放置的圆柱体上一次。

对低风险机械损伤应用中使用的伴热器和表面加热器,上述高度可降低至 400 mm(4 J 标称冲击能)。进行这一试验的伴热器或表面加热器应由检测机构检测,以证实制造商的安装说明就降低机械性能伴热器或表面加热器的使用充分警示了用户。

符合性通过按 5.2.1 和 5.2.2 测试电气绝缘来验证,此时,钢制圆柱体和冲击锤仍与试样保持初始

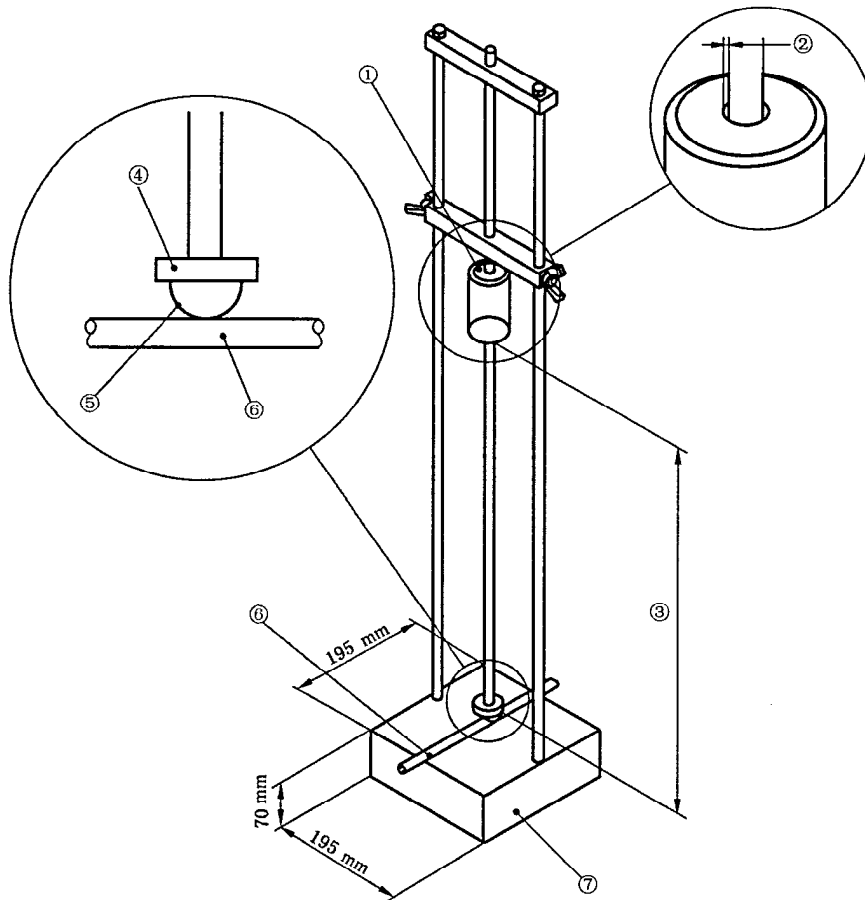
位置。



说明：

- ①——质量为 1 kg 的冲击锤；
- ②——直径为 25 mm 的圆柱体；
- ③——非圆形截面伴热器的短轴；
- ④——测试伴热垫和伴热板时使用的总长为 25 mm,倒圆半径为 5 mm 的圆柱体；
- ⑤——落锤高度:700 mm 或 400 mm。

图 2 室温冲击试验



说明:

- ①——质量为 1 kg 的钢锤;
- ②——钢锤与导杆之间 1.5 mm 的间隙;
- ③——从钢锤底面到过渡件顶面的下落高度:700 mm(或对降低冲击能量试验为 400 mm);
- ④——淬过火的钢制过渡件;
- ⑤——长 25 mm,直径为 25 mm 的过渡件,圆柱形两端的倒圆半径为 5 mm(仅在测试试样宽度超过 25 mm 时适用);
- ⑥——进行试验的试样,冲击非圆形试样的较扁侧;
- ⑦——刚性钢板。

图 3 室温冲击试验机示例

5.2.5 最低温度冲击试验

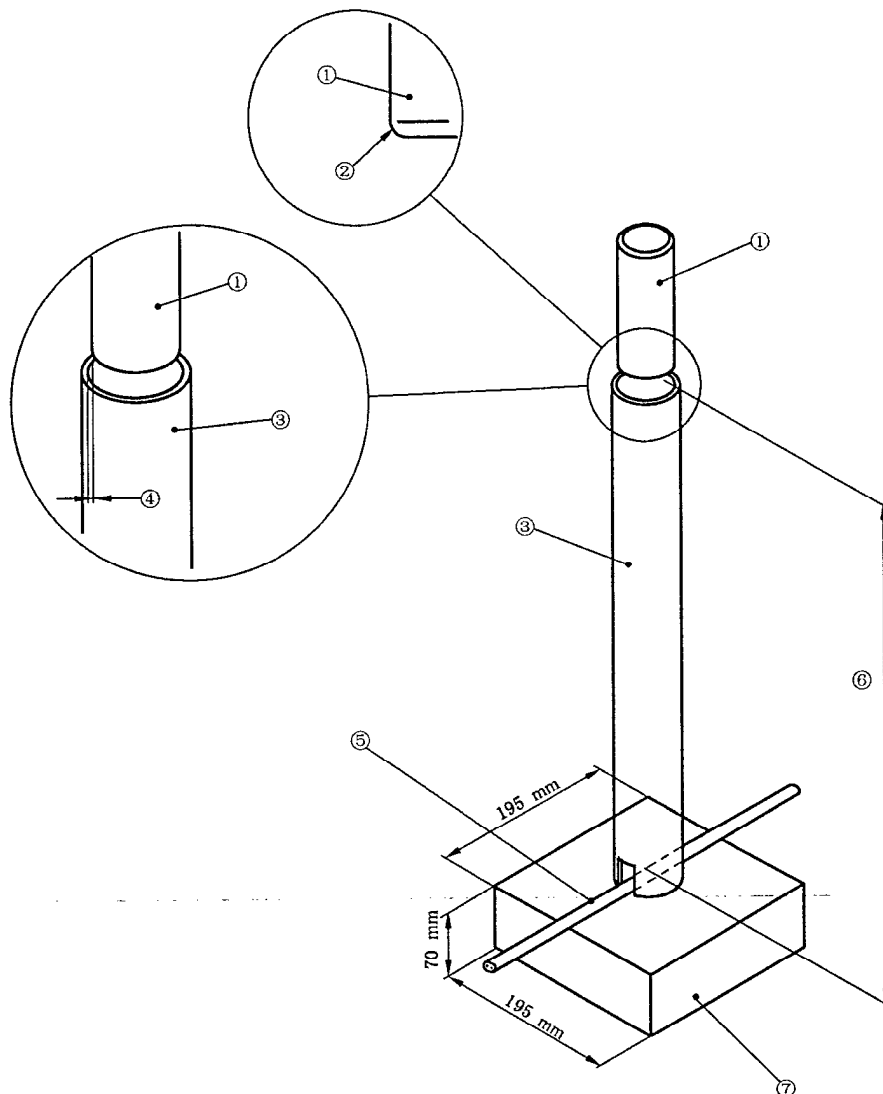
将长约 450 mm 的试样放在淬过火的钢板上(质量大于或等于 20 kg,尺寸为 195 mm×195 mm×70 mm)。钢板放在刚性基体上,这样由基体吸收的冲击能量便可忽略不计。随后将它们放在制造商推荐的最低安装温度下至少保持 4 h(见图 4)。

在这之后,除低风险机械损伤应用中使用的伴热器要进行的各项试验以外,试样仍应保持在推荐的最低安装温度下并使用直径为 50.8 mm、质量为 1.8 kg、冲击底平面附近具有平滑倒圆(半径约 5 mm)的圆柱形钢锤进行试验,使其从 762 mm 高处自由下落,标称冲击能为 13.6 J。

根据 4.1 对在低风险机械损伤应用中使用的伴热器,上述高度应降至 420 mm(即标称冲击能为 7.5 J)。进行这一试验的伴热器在安装说明中应有相应信息,就降低机械性能伴热器的使用充分警示了用户。见第 7 章。

之后应将试样受到冲击部分浸入 10 °C~25 °C 的自来水中 5 min,应能顺利完成 5.2.1 的绝缘耐压

试验和 5.2.2 的绝缘电阻试验。对表面加热器、加热区域和冷端引线都应进行冲击。



说明：

- ①——质量为 1.8 kg, 直径为 50.8 mm 的钢锤；
- ②——圆柱形钢锤底边倒圆半径为 5 mm；
- ③——导管；
- ④——钢锤与导管之间 2 mm 的间隙；
- ⑤——进行试验的试样, 冲击非圆形试样面的较扁侧；
- ⑥——从钢锤底面到试样顶面的下落高度, 762 mm (或对降低冲击能试验为 420 mm)；
- ⑦——刚性钢板。

图 4 最低温度冲击试验机示例

5.2.6 变形试验

将长约 200 mm 的试样放在一个刚性钢板上。然后用直径 6 mm, 两端为半球形, 总长度 25 mm 的钢棒平稳地施加 1 500 N 的挤压力, 持续 30 s。试验中, 将钢棒平放于试样上。对伴热器、钢棒与试样垂直交叉放置, 对表面加热器, 则须保证圆柱体横向位于其有效元件上。

对低风险机械损伤应用中使用的伴热器和表面加热器, 挤压力可降至 800 N。进行这一试验的伴

热器或表面加热器应由检测机构检测,以证实制造商的安装说明就降低机械性能伴热器或表面加热器的使用充分警示了用户。

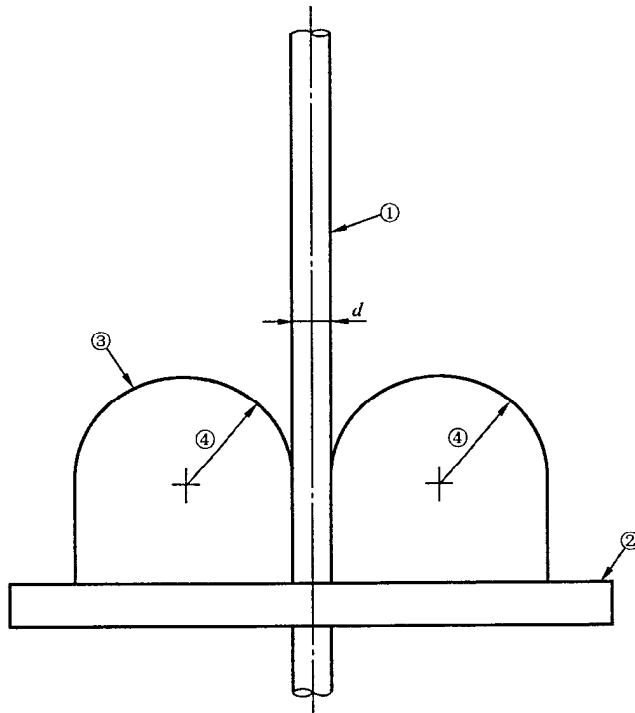
符合性通过按 5.2.1 和 5.2.2 测试电气绝缘来验证,此时,水平放置的钢棒仍在试样上并施加挤压力。

5.2.7 冷弯试验

本试验仅适用于最小标称弯曲半径小于 300 mm 的伴热器或表面加热器。

冷弯试验所用的装置如图 5 所示,金属卷筒的半径等于制造商标称的最小弯曲半径。应将无整体构件的伴热器或表面加热器试样按图 5 所示固定在试验装置上。将装置和试样置于冷藏室中并在制造商推荐的最低安装温度下保持 4 h 以上。之后,仍将试样保持在推荐的最低安装温度下,试样应能绕其中一个卷筒弯曲 90° ,然后向相反方向弯曲 180° 绕在另一个卷筒上,最后校直到其初始位置。所有的弯曲操作应在同一个平面上进行。此操作应重复进行 3 次,弯曲速度不应超过 5 s 每周期。

符合性通过按 5.2.1 和 5.2.2 测试电气绝缘来验证,此时,肉眼检查时,试样应无可见裂纹。



说明:

- ①——伴热器或表面加热器试样;
- ②——金属基座;
- ③——金属卷筒;
- ④——制造商给出的最小弯曲半径;
- ⑤——伴热器直径或弯曲始发面。

图 5 冷弯试验

5.2.8 耐水试验

将无整体构件、至少 3 m 长的伴热器试样或表面加热器试样,浸入 $10^\circ\text{C} \sim 25^\circ\text{C}$ 的自来水下至少 50 mm 深处,保持 336 h(14 天)。在这之后,应按 5.2.1 的绝缘耐压试验测试该样品,样品应能承受 1 min 而不发生介质击穿。随后,还应按 5.2.2 中的绝缘电阻试验对同一试样进行试验,测量值应不小

于 50 MΩ。

对有外护套的试样,应在试验前取掉外护套。

5.2.9 整体构件耐水试验

应将至少 3 m 长的伴热器试样或表面加热器试样,包括整体接头,放入图 6 所示的有进出水的装置中。应将水流速度调整到每 5 min 至少有 30 s 能完全浸没试样和接头,之后将水排出。

水流电磁阀的电压和试样的电压应通过凸轮开关或等效方法控制。时间控制顺序应使试样在水排完后仍能通电 30 s。试验应持续 24 h。

试验结束后,应按照 5.2.1 对该试样进行试验。应检查所有浸入水中的连接件和端接头,以确认没有发生进水。

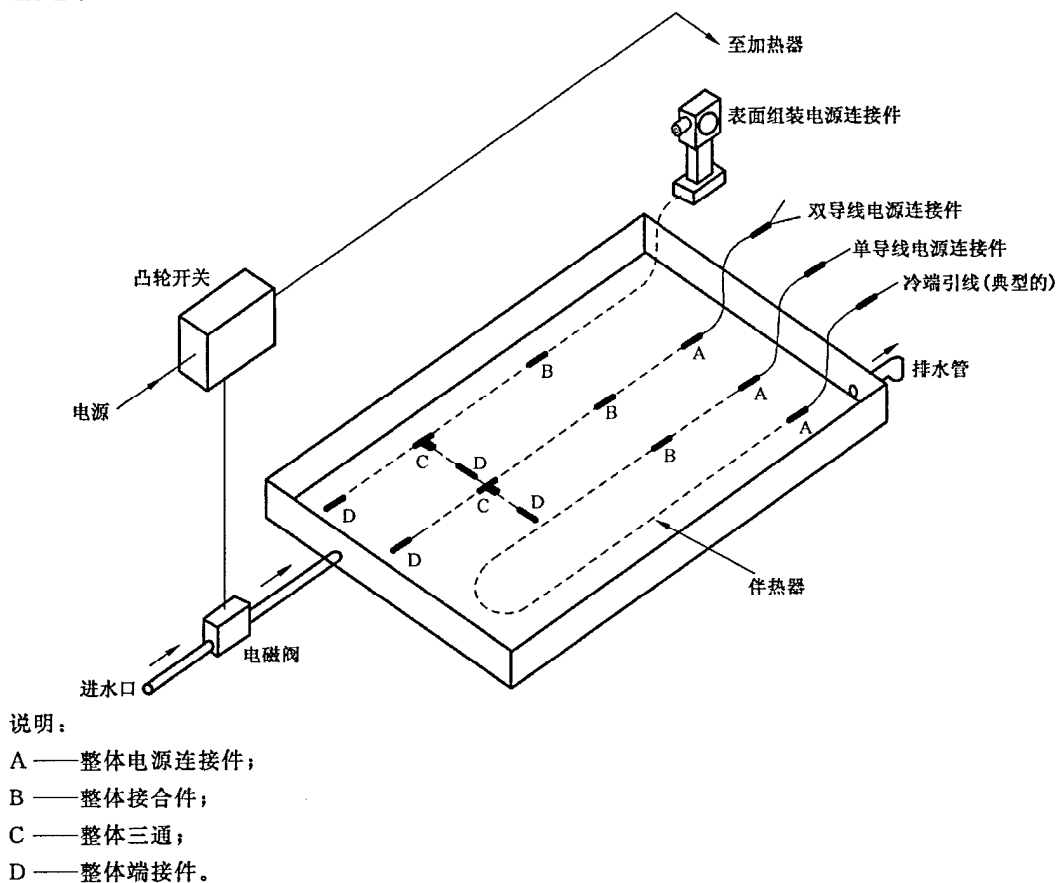


图 6 防潮试验

5.2.10 额定输出功率验证

5.2.10.1 验证法

伴热器或表面加热器的额定输出功率应采用 5.2.10.2 和 5.2.10.3 所述的任意一种方法来验证。

5.2.10.2 电阻法

在规定温度下测得的单位长度的直流电阻应在制造商规定的容许值内。

5.2.10.3 热测法

5.2.10.3.1 概述

伴热器或表面加热器的热输出功率应在能反映出所涉应用特性的某一设备上进行评估。下述程序适用于一些特定的应用。对其他应用,试验机构和制造商应确定一个合适的试验方法。

在下面的每一个程序中,伴热器或表面加热器都应通以额定电压并能达到平衡。应记录每个试验温度下的电压、电流、工件温度和试样长度或尺寸。

为了满足常规试验的要求,5.2.10.3.3,5.2.10.3.4 和 5.2.10.3.5 中所述方法的功率输出值可能会与 5.2.10.3.2 中的方法有关。

5.2.10.3.2 隔热表面应用

伴热器的热输出功率通过将 3 m~6 m 长的单个试样安装在直径为 50 mm 或更大的碳钢管上来测量,如图 7 所示。试样按制造商的说明安装。试验装置由 25 mm 厚的隔热材料完全包裹。

对表面加热器,试验是在表面具有 25 mm 厚隔热材料的液冷金属平板上进行的。

适当的传热液以足够快的速度在管道内循环流动,形成湍流,这样液体和管道之间的温差便可忽略。传热液的温度维持恒定。这些参数由设置在管道入口和出口端的热电偶来校验。流速应能保证从一端到另一端的液体温差不超过 2 K。

伴热器或表面加热器的热输出功率在 3 个能够代表整个工作范围的管道(或板)温度下测量。伴热器或表面加热器通以额定电压并使其达到平衡。记录每个试验温度下的电压、电流和液体温度(或板温),以及试样长度或尺寸。在 3 个单独的试样上进行 3 次单独的测定。测量结果应在制造商声称的容许值之内。

5.2.10.3.3 户外暴露的无隔热材料的表面加热应用

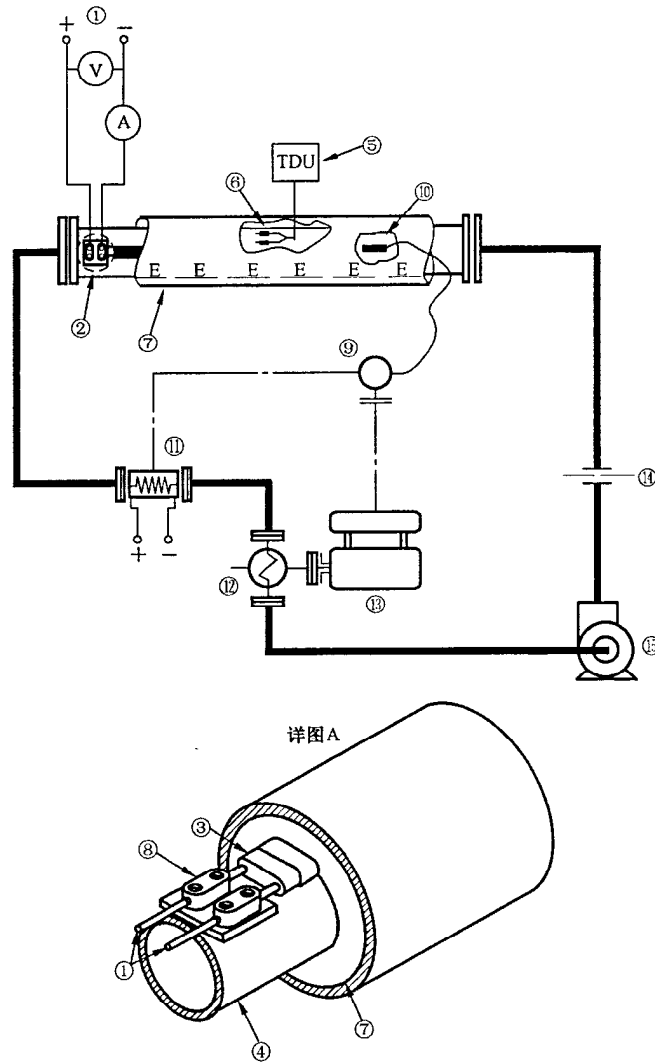
对暴露在户外且没有隔热材料的伴热器或表面加热器,应使用 5.2.13.2.4 中所述的试验仪器进行试验,但伴热器的安装中不应有任何交叉点。如果伴热器用于屋顶和沟槽加热,则应在冰浴中进行额外的试验,以测定结冰条件下的热输出功率。在 3 个单独的试样上进行 3 次单独的测定。测量结果应在制造商声称的容许值之内。

5.2.10.3.4 嵌入式加热应用

对用于嵌入式加热的伴热器,应使用 5.2.13.2.5 中所述的试验装置进行试验,但伴热器的安装不应有任何控制/膨胀缝或交叉点。测量结果应在制造商声称的容许值之内。

5.2.10.3.5 导管和管道内伴热应用

对导管或管道内安装的伴热器或表面加热器,应使用 5.2.13.2.6 中所述的试验装置进行试验,但伴热器或表面加热器的安装不应有任何交叉点。此外,没有必要列入管道或导管的截面积。测量结果应在制造商声称的容许值之内。



说明:

- | | |
|--|-----------|
| ①——可制电压源; | ⑨——温控器; |
| ②——见详图 A; | ⑩——温度传感器; |
| ③——伴热器或表面加热器; | ⑪——加热器; |
| ④——试验管,外径 ≥ 50 mm; | ⑫——热交换器; |
| ⑤——温度显示器; | ⑬——冷却器; |
| ⑥——热电偶; | ⑭——流量计; |
| ⑦——玻璃纤维隔热材料,最小厚度25 mm,密度约为 3.25 kg/m^3 ; | ⑮——泵。 |
| ⑧——电气连接端; | |

图 7 额定输出功率验证

5.2.11 绝缘材料热稳定性

伴热器和表面加热器电绝缘材料的热稳定性应在试样或样机上进行验证。试验前,试样或样机已在高于制造商声称的最高承受温度 20 K 的条件下保存 28 天(误差为 $+2/-0$ 天)。

随后将试样从热风烘箱中取出并冷却到室温。

应将柔性伴热器试样在半径等于圆形伴热器直径 6 倍或者非圆形伴热器短轴尺寸 6 倍的卷筒上紧紧缠绕 6 圈。不应将整体构件缠绕在卷筒上。

应将表面加热器裹在半径等于制造商推荐的最小弯曲半径的卷筒上。

随后试样仍保持在卷筒上,除端接件或端头导线外露的地方以外,应将它们浸入自来水中 5 min。此后它们仍在自来水中,应能顺利完成 5.2.1 的绝缘耐压试验和 5.2.2 的绝缘电阻试验。

不应将非柔性伴热器缠绕在卷筒上,但它同样应浸入自来水中并进行试验。

试验完成以后,在用肉眼检查试样时,不应有可见裂纹。

5.2.12 并联伴热器热性能试验

试验装置应由在规定范围内具有温度调节能力的金属板组成。金属板的大小应能使伴热器或表面加热器试样的所有部分暴露,试样将在正常安装条件下暴露在由这一过程所需的温度等级下。试验装置应确保伴热器或表面加热器试样紧密接触金属板。试验装置可供有试样安装夹具。可在夹具或金属板上安装补偿装置,以调节端接头/电源转接配件/罩,如果有的话,补偿装置的大小要超出伴热器或表面加热器的大小。在试验过程中,试验装置应能按需给伴热器或表面加热器供电。

试样未接触金属板的一面应隔热,以保证从金属板到伴热器或表面加热器的有效传热。

金属板的温度应均匀控制,对温度低于 100 °C 的金属板,最大偏差不超过 ± 5 °C;对 100 °C 以上的,则为最高连续工作温度的 5%。

上述的金属板,可以是金属平板、金属管,或者是被试的伴热器或表面加热器大多数应用中常用的金属表面。

伴热器或表面加热器试样应随机选取,长度至少为 0.3 m。对形状不规则的试样,例如表面加热器,试样应至少包括一个加热单元。

如果伴热器或表面加热器是产品范围的一部分,具有共同的材料(有相同的性能参数)和构造,但有不同的额定电压等级和功率输出,那么应按照下面列出的内容分别选择 3 个试样:

- 最低额定电压等级和最大额定功率输出;
- 最高额定电压和最小额定功率输出。

在开始试验前,伴热器或表面加热器试样可在制造商声称的最高连续工作温度下,以最高额定电压运行 150 h。

伴热器或表面加热器试样应安装在试样固定夹上,或直接放置在金属板上。试样应供以最高额定电压。金属板温度应为 (23 ± 5) °C。试样的初始输出功率应在设备达到平衡后,通过测量电压和电流来确定。

连续并联试样也安装在试样固定夹或金属板上并供以最高额定电压,应通过将试样交替暴露于 (23 ± 5) °C 的金属板温度与最高连续工作温度之间进行温度循环。在降温阶段允许试样断电。

区段式并联试样应以相同的方式进行温度循环,不同的是在试样不保持最高连续工作温度运行时,应切断试样电源。

如果循环温度的范围超过 350 °C,低温可设置为比最高连续工作温度低 350 °C。

通电试样应在每个温度极限下暴露至少 15 min,同时,温度极限间的过度时间不应超过 15 min,一个周期是在 2 个温度极限下的完整暴露过程。

加热装置上的试样应进行 5 次连续的温度循环预处理。之后应至少进行 1 500 次循环。

在温度循环之后,金属板温度应升至最高连续暴露温度或制造商声称的最高间断暴露温度,取较高值,并保持 250 h 以上。

如果最高间断暴露温度是以“接通电源”的形式声称的,试样应通以最高额定电压。

试样的功率输出应使用与最初测量相同的方法和金属板温度,在每个冷态循环的最后 300 s 期间进行测量。在试样有区段式并联结构的情况下,功率输出应在每个热态周期的最后 300 s 期间测量。

在最高暴露试验完成之后,应再次检查试样的功率输出测量值。试样应维持在初始测得功率输出 $\pm 20\%$ 或 $\pm 25\%$ 之内的功率等级。

5.2.13 最高护套温度测定

5.2.13.1 一般要求

应测定伴热器和表面加热器的最高护套温度,以确保加热器的安全使用。护套温度不应超过伴热器或表面加热器的最高声称承受温度。

制造商声称的最高允许功率密度和护套温度应通过下列两种方法之一来测定:

- 系统模拟法(见 5.2.13.2),用来验证制造商的设计方法和计算,这是通过进行有或者没有控制的特定试验,使伴热器或表面加热器承受一定的试验条件,以显示制造商设计和预测护套温度的能力。如果仅使用来自产品分级的试验结果,那么系统模拟试验便可省略。

对特定产品而言,一旦某种特定应用(有和/或没有控制)由相关的功率输出和护套温度确定,那么这种应用或其他应用的附加试验可以由分析和试验机构与制造商之间达成的一致来限定。

- 产品近似法(见 5.2.13.3),最高护套温度是在没有控制的人工环境中测定的。

5.2.13.2 系统模拟,设计验证法

5.2.13.2.1 按装置类型的程序

按第 1 章中定义的装置类型,采用如下程序来验证在有或没有控制的情况下,制造商对最高护套温度的设计方法和计算。

测得的护套温度不应超出制造商的计算值 10 K 以上。

其他替代的模拟运行条件可由试验机构和制造商商定。

5.2.13.2.2 具有伴热器的隔热表面

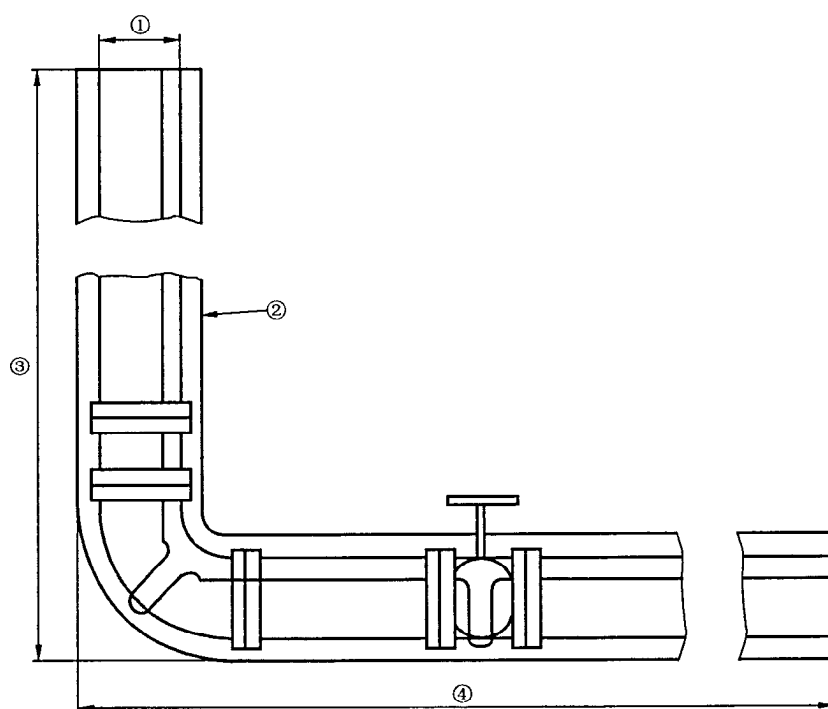
5.2.13.2.2.1 一般要求

本试验应以不同的参数,例如隔热材料类型、厚度、功率输出或多个试样进行 3 次。

5.2.13.2.2.2 管装试验

对伴热器而言,试验仪器(见图 8)应由 3 m 长的水平管道和至少 1.5 m 长的垂直管道组成,管道直径在 50 mm~150 mm 之间。管道内部应没有任何东西。宜在水平管道的中部安装一个法兰闸阀或等效装置(蝶阀、球阀等)。垂直管的设置应使带法兰盘的管端位于中间。伴热器的安装方式应与制造商的安装说明一致,安装在管围相当于时针 9 点~3 点(管道上半部分)之间的位置上。试样应在加热装置输出功率误差的上半部分内,或者应考虑试验条件以达到相似的结果。应使用热电偶监测管道、阀门和法兰表面温度以及这些地方对应的加热器护套温度。热电偶和连接电缆的选择和布置应使它们不会明显影响温度测量的热行为,例如合适时选用 0.2 mm² 或更小尺寸的 J 型或 K 型热电偶。热电偶宜点焊至 MI 伴热器金属护套和被加热金属表面。对金属编织层、聚合物护套或者非金属被加热表面,宜使用合适的粘合剂/胶带粘附热电偶。可由测试机构自行决定,在预计的热点上设置额外的热电偶。管道系统应由至少 25 mm 厚的软隔热材料[例如玻璃纤维或矿物棉(尺寸稍大,以覆盖伴热器)]隔热,并按照制造商的安装程序安装。管道末端应堵塞并隔热。可在试验部位的任一端增加另外一段管道,以减小试验部位的端部效应,或可在试验部位内增加另外的伴热器,以达到相同的效果。

除非规定了更高温度,环境温度不应超过 40 °C。伴热器应供以 110% 的额定电压。应允许系统温度达到稳定并记录热电偶读数。测得的护套温度不应超出制造商的计算值或 4.4.1 中规定的温度限值。



说明:

- ①——50 mm~150 mm 标称管径;
- ②——软隔热材料,最薄厚度 25 mm;
- ③——1.5 m;
- ④——3 m.

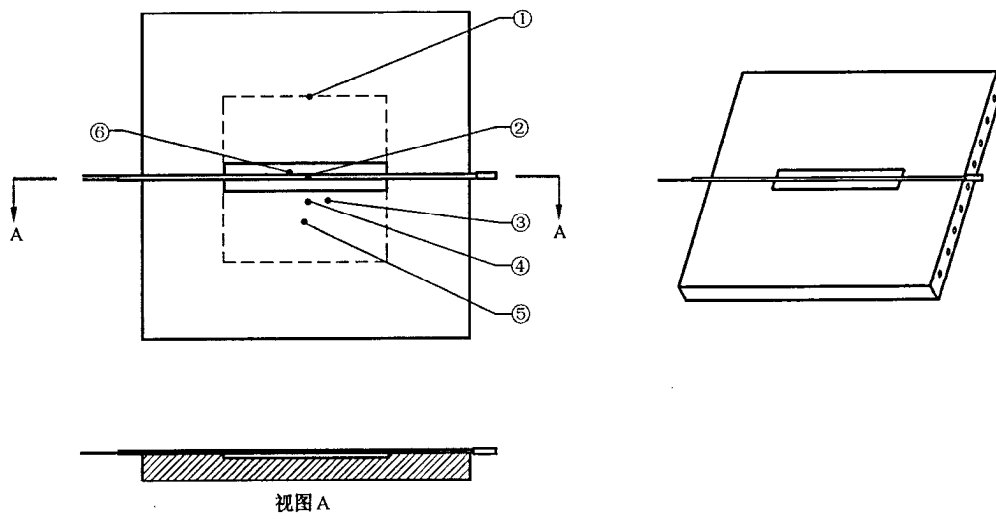
图 8 管装试验

5.2.13.2.2.3 板装补充试验

应使用根据 5.2.13.2.2.2 的试验装置和程序得到的最高管道温度来确定将被用作板温之一的工件温度。

试验装置如图 9 和图 10 所示,应由 600 mm×600 mm×50 mm 的铝板组成,铝板上伴有伴热器、温控器和冷却槽。板的中间是一个凹槽(300 mm×50 mm×5 mm),伴热器试样置于它的上方。板的底部有至少 75 mm 厚的硅酸钙隔热层,在板的侧面也有 150 mm 宽的硅酸钙。装置顶部有两层隔热层,每层都由 3 块 900 mm×300 mm×25 mm 的硅酸钙板或试验机构同意的其他合适的隔热材料组成。刚性隔热材料宜在 300 °C 下退火 4 h,以减少使用过程中可能出现的开裂。如果使用刚性隔热材料,在它下面中心部位要有一个 13 mm 深,19 mm 宽的凹槽,或在必要时采用更大尺寸的凹槽,以适应伴热器的尺寸。凹槽的两端填充矿物棉,对刚性隔热材料,应在它的顶部放置一个 900 mm×900 mm×13 mm 的木板(约 10 kg)以减少可能的缝隙。应在 300 mm×300 mm 的试验区域内放置一支热电偶,用来控制板的温度,并应在板上按图 9 和图 10 所示放置另外 3 支热电偶。

对没有交叉的伴热器,应在试样顶部贴附一支热电偶,并按图 9 所示将伴热器放在槽上方中央。

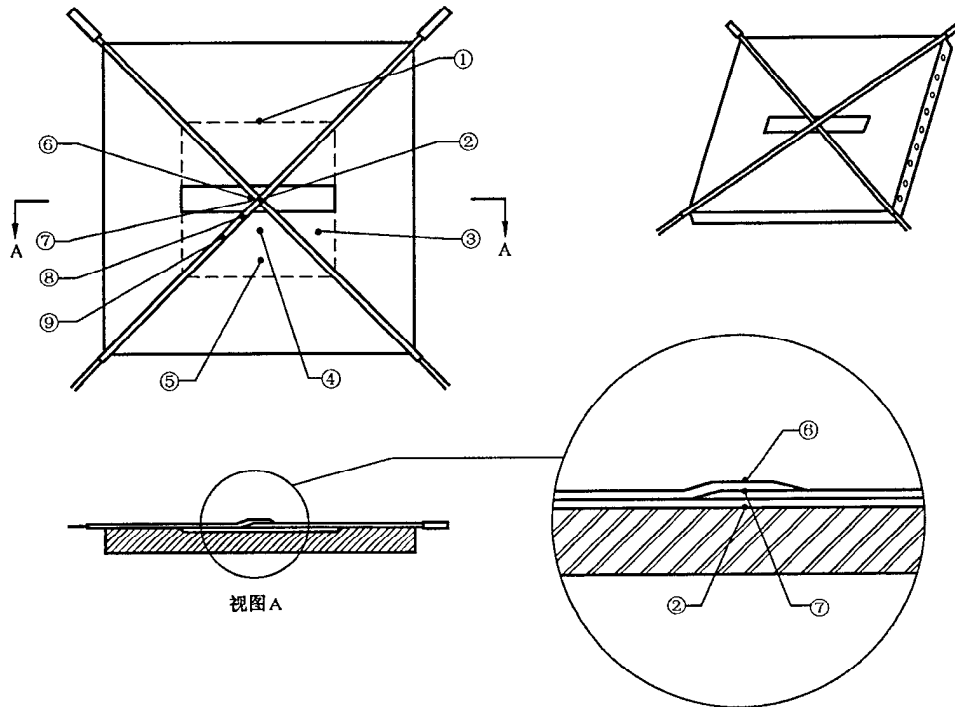


说明:

- ①——300 mm×300 mm 的试验区;
- ②——凹槽底面上的热电偶;
- ③——距凹槽中心线 75 mm 的板温控制点;
- ④——距板中心 75 mm 的热电偶;
- ⑤——距板中心 150 mm 的热电偶;
- ⑥——伴热器上的热电偶。

图 9 板装试验

对允许交叉的伴热器,两个伴热器应互相垂直,并分别与凹槽中心线成 45°角,如图 10 所示。



说明:

- ①——300 mm×300 mm 试验区;
- ②——凹槽底面上的热电偶;
- ③——距凹槽中心线 75 mm 的板温控制点;
- ④——距板中心 75 mm 的热电偶;
- ⑤——距板中心 150 mm 的热电偶;
- ⑥——伴热器上的热电偶;
- ⑦——伴热器间的热电偶;
- ⑧——距板中心 75 mm 的伴热器上的热电偶;
- ⑨——距板中心 150 mm 的伴热器上的热电偶。

图 10 允许伴热器接触的板装试验

应在伴热器上安装 4 支热电偶。一支热电偶应贴附在交叉点上面一根电缆的护套顶部。另外一支热电偶应置于交叉试样之间的中点上。另外两支热电偶应贴附在其中的一个伴热器上,与板中心距离分别为 75 mm 和 150 mm 处,如图 10 所示。

热电偶和连接电缆的选择和布置应使它们不会明显影响温度测量的热行为,例如可选用 0.2 mm² 或更小尺寸的 K 型热电偶。

热电偶与 MI 电缆和其他连续金属表面的贴附方法宜采用焊接、钎焊或其他适当方法。热电偶与金属编织层或非金属护套的贴附宜使用合适的粘合剂或胶带。

试样应在伴热器热输出功率误差的正偏差之内,或调整试验条件以达到相似结果。

板温控制器应通电并设置成需要的温度。当温度稳定且 4 支热电偶彼此温差在 2 °C 以内时,应给伴热器试样通电,同时应监测护套温度变化率,直到它在 30 min 内的温度变化低于 1 °C。

测量应以 3 个板温和覆盖制造商额定功率值范围的 3 个功率输出进行(即共 9 组测量)。

应记录最高护套温度、功率输出和板温。测得的表面温度不应超出制造商的计算值,也不应超出制造商声称的最高承受温度。

5.2.13.2.3 具有表面加热器的隔热面

本试验应以不同的参数进行 3 次,例如不同的隔热材料、厚度、功率输出或多个试样。

对表面加热器,应根据制造商的说明将 6 mm 的钢板施加于有代表性的部分。钢板距离表面加热器任意一边的距离不应超过 25 mm。应根据试验机构的判断在任何预计的热点上设置热电偶。钢板被加热的一面应使用至少 25 mm 的隔热材料。之后将钢板竖直放在稳定的室温环境中。表面加热器应通以 110% 的额定电压。在稳定之后,应记录热电偶读数和环境温度。测得的护套温度不应超出制造商的计算值,也不应超出制造商声称的最高承受温度。

5.2.13.2.4 户外暴露的表面加热

对用于屋顶和沟槽加热的伴热器或表面加热器,试验装置应为 1.2 m×1.8 m 的杉木胶合板模拟屋顶,与水平方向成 45°角安装。此外,试验装置还应包括一个 1.8 m 长的水平沟槽和 2 m 高的垂直落水管。伴热器或表面加热器以及辅助设备应根据制造商的说明安装在屋顶、沟槽和落水管上。如果制造商的说明中没有禁止,伴热器或表面加热器应在屋顶上交叉。在伴热器或表面加热器护套垂直和水平方向的中点,以及屋顶的中点(和交叉点,如果适用的话)上都应安装热电偶。伴热器或表面加热器应在最高环境温度的无风条件下通电。应在系统达到正常工作条件后记录最高护套温度。

对在户外金属构件上使用的伴热器或表面加热器,例如导轨除冰,试验装置应由导轨、钢板或能够代表这一应用的其他装置组成。应按照制造商的安装说明,将加热装置及其他辅助设备安装在具有膨胀环(如果适用的话)的安装面上。应使用热电偶监测金属表面、加热装置护套和试验机构确定的热点的温度。对最高温度试验,应将试验装置放入处于最高环境温度下的环境试验室中。应在系统达到正常运行状态后记录最高护套温度。

测得的护套温度不应超出制造商的计算值,也不应超出制造商声称的最高承受温度。

5.2.13.2.5 嵌入式加热

对嵌入式应用中的伴热器或表面加热器,例如混凝土板的融雪,试验装置应由尺寸为 1 m×1 m×90 mm 的已成型混凝土组成。试验装置应包含一条贯穿宽度的控制接缝,混凝土中不应有钢筋。如果预期应用中没有混凝土,应使用替代材料制成相似的装置。

应按照产品安装说明安装伴热器或表面加热器,使用最小容许间隙和最高功率密度。如果安装说明没有禁止,伴热器或表面加热器应交叉。热电偶应安装两个相邻加热元件形成的通道之间的嵌入介质中,以及试验装置中心部位的伴热器或表面加热器护套上,或在可能的交叉点和伴热器或表面加热器从基体引出处的护套上。也应由试验机构自行决定,在其他预计的热点上设置额外的热电偶。如果另有规定,应在基体上覆盖规定的隔热材料。

试验装置应放入环境试验室内的 50 mm 的刚性隔热材料上。环境试验室应升至规定的最高环境温度。应在系统达到正常运行状态后记录最高护套温度。

测得的护套温度不应超出制造商的计算值,也不应超出制造商声称的最高承受温度。

5.2.13.2.6 管道内部伴热

对计划安装在导管和管道内部的伴热器或表面加热器,试验装置应由 3 m(水平)和 1.5 m(竖直)导管或管道组成,它们的尺寸能代表这一应用。如果使用说明中没有禁止,伴热器或表面加热器应交叉。应使用热电偶监测伴热器或表面加热器护套、可能的交叉点、连接件以及导管或管道的温度。应由试验机构自行决定,在其他预计的热点上设置额外的热电偶。

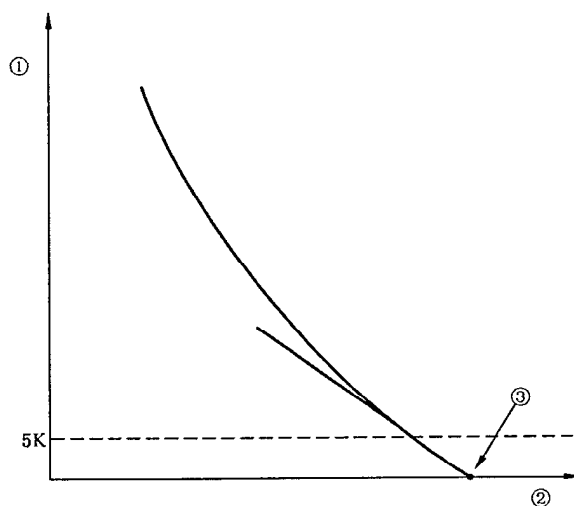
试验装置应放在环境试验室中,室内温度应升至最高规定温度。应在系统达到正常运行状态后记录最高护套温度。

测得的护套温度不应超出制造商的计算值,也不应超出制造商声称的最高承受温度。

5.2.13.3 产品近似法

将至少 1.5 m 长的伴热器试样松散地绕成一盘,放在烘箱内。对表面加热器,将有代表性的试样水平置于烘箱内。试样应在伴热器热输出功率容差的正偏差之内,或者应调整数据,以反映出功率输出容差的上限。

应使用有代表性的热电偶监测试样护套温度,并将它们安装于距离每一端 500 mm 处。使用另外一支热电偶监测烘箱内的温度。伴热器应通以 110% 的额定电压。烘箱内的温度应以不超过 15 K 的增量为挡从环境温度上升。在每个温度下,应保持足够的时间,以允许烘箱温度和伴热器或表面加热器护套温度稳定并达到热平衡。应在后续每挡升温并达到热平衡时记录烘箱和伴热器或表面加热器护套温度,直到二者之差(ΔT)达到 5 K 或更小。应根据试验数据绘制曲线,并在温差为 5 K 那一点绘制一条与曲线相切的直线并延长至 0 K。截距上的温度读数应被视为最高护套温度,如图 11 所示。



说明:

- ①——样品温度减去烘箱空气温度($T_s - T_o$),单位为开(K);
- ②——烘箱温度(T_o),单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$);
- ③——记录值 T_s ,单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$)。

图 11 使用产品近似法的最高护套温度

5.2.14 启动电流验证

应测量伴热器或表面加热器的启动电流与制造商指定的最低环境温度间的函数关系。应根据制造商的说明,将至少 1 m 长的伴热器试样安装在最小直径为 50 mm 的充满液体的钢管或实心圆钢上;对表面加热器,应将其安装在平板金属散热件上。应调整数据,以反映出功率输出容许值的上限,这可通过将试验值乘以试样最大功率输出容差值与试样实际功率输出之比获得。

试验装置应完全由隔热材料覆盖并调整到最低环境温度下至少保持 4 h。

注: 5.2.10 所述的装置可用于本试验。

在这之后,应通以额定电压并记录从 0 s~300 s 的时间/电流有效值特性。所记录的启动电流应为 3 个试样中的电流最大者。该时间-电流特性不应大于制造商的声称值。

5.2.15 导电护套电阻验证

应在 10 $^{\circ}\text{C}$ ~40 $^{\circ}\text{C}$ 之间,测量长度至少为 3 m 的伴热器或有代表性的表面加热器试样金属编织层、

护套或其他导电护套的电阻。该电阻应小于或等于制造商声称的值。试验机构在对金属编织层或护套以外的等效材料进行评估时,应做额外考虑。

5.2.16 连接件(接头)应力消除试验

连接件的作用是将伴热器或表面加热器的外露电源引线与外壳直接连接,应进行应力消除试验。提供了应力消除的每一个连接件试样都应进行该试验。试样为至少 300 mm 长的伴热器,根据制造商的说明连接至试验装置上。应在伴热器或表面加热器与试验装置之间逐渐施加一个稳定负荷,对导线截面积不足 0.81 m² 的,该负载为 9 kg,其余的为 16 kg。负载应保持 1 min。试验结束后,伴热器或表面加热器的电源引线不应松动,或在负载移除后测量时不应与试验装置分开 1 mm 以上,同时导线、绝缘层或连接件不应有可见损伤。

5.3 型式试验——对户外暴露的无隔热层的表面加热装置的附加试验

5.3.1 额定输出功率验证

伴热器或表面加热器的额定输出应按照 5.2.10.3.3 中规定的过程进行验证。

5.3.2 最高护套温度的测定

伴热器或表面加热器的最高护套温度应按照 5.2.13.2.4 中规定的过程进行测定。

5.3.3 增强型防潮试验

应将至少 3 m 长的伴热器或有代表性的表面加热器以及所有整体连接件和端接头浸入 10 °C ~ 25 °C 的水中 2 000 h(12 周)。

在完成上述试验后,应对试样进行 5.2.1 的绝缘耐压试验,试样应承受 1 min 而无介质击穿。随后应对同一试样进行 5.2.2 中的绝缘电阻试验,测量值不应低于 50 MΩ。

5.3.4 紫外线(UV)试验

应将大约 300 mm 长的伴热器试样,或有代表性的表面加热器试样,置于 IEC 60068-2-5 程序 B 所述的氙弧光灯下。

将试样置于氙弧辐射下 20 天。周期应设置为 20 h 辐照和 4 h 暗。在这段时间结束后,应将试样从试验装置中取出并进行 5.2.7 的冷弯试验。

具有连续金属护套,但无外套的伴热器或表面加热器不应进行本试验。

5.3.5 耐切削试验

应对至少 200 mm 长的伴热器或表面加热器试样进行试验。应将试样置于刚性平板状钢支架顶部。应将半径为 0.25 mm 的金属切削刃安装在试样上方,使切削刃与试样垂直。将一个欧姆表跨接在短接在一起的伴热器或表面加热器导线和金属切削刃之间。

在金属切削刃紧密接触试样时在其上逐渐施加一个 445 N 的验证负载。应使用欧姆表验证切削刃没有切穿绝缘层并接触伴热器或表面加热器导线。

5.3.6 磨损试验

应对 6 根长约 1 m 的伴热器试样进行试验。应使用精度为 ±1% 的欧姆表测量每个试样金属护套、编织层、屏蔽层或等效导电护套的电阻。应计算平均初始电阻。

应将试样按图 12 所示安装在磨损试验装置上。应将每个试样的一端系在水平往复式工作台上,另

一端吊上 340 g 的质量。每个试样都应压过试验装置边缘半径为 90 mm 的圆柱体，圆柱体表面覆盖有一层未使用过的 1/2 级(中级)金刚砂布或 120 目碳化硅/树脂粘合砂纸。圆柱体的纵轴应水平且与每一根试样垂直。

工作台应以大约 30 周期/分钟的速率开始往复运动。每个周期应由一个行程约 160 mm 的完整往复动作组成。工作台应在每 50 个周期后停下并重放或更换砂布或砂纸，以便所有的试样应在后续周期中都能在新的砂布或砂纸表面上进行磨损试验。应在 2 500 个周期之后停止试验，并再次测量每一根试样导电编织层或护套的电阻。应计算平均电阻并与初始平均值进行比较。最终的平均电阻值不应超出初始平均值的 125%。同时，如果试样有外护套，则内层导电编织层或护套不应外露。

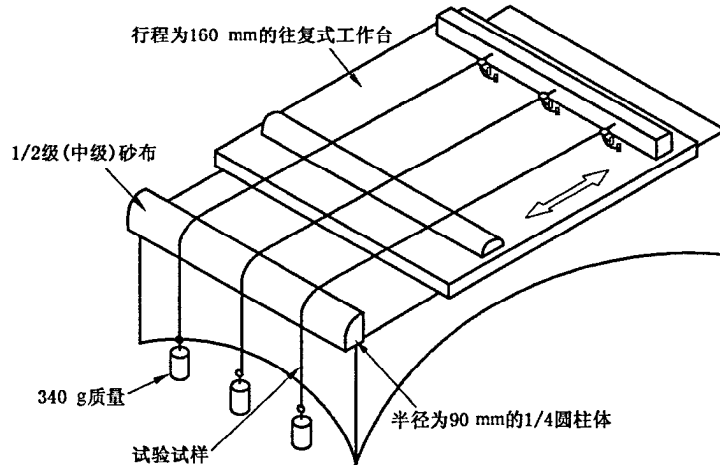


图 12 磨损试验

5.3.7 拉伸试验

应将 30 kg 的质量或足以达到制造商声称的最大拉力的质量，取其较高者，悬挂于 1 m 长试样加热部分活动端 1 h，试样的另一端固定牢靠。导线或编织层不应有任何断裂且绝缘层不应有任何可见损伤(试样固定处除外)。

5.3.8 导轨系统电压峰值试验

导轨加热系统通常会承受由供电电压引起的电压峰值。对在户外金属构件上使用的伴热器或表面加热器，例如在导轨除冰中的应用，应对至少 2 m 长的伴热器试样或有代表性的表面加热器试样进行 1 000 次 5 000 V 的冲击试验。每次冲击试验宜有 1.2 μ s 的上升时间和 50 μ s 的下降时间。之后该试样应能满足 5.2.1 和 5.2.2 的要求。

5.3.9 导轨系统过电压试验

一些导轨加热系统可能会经受长时间的高电压。对计划在户外金属构件上使用的伴热器或表面加热器，例如在导轨除冰中的应用，应选择至少 2 m 长的伴热器试样或有代表性的表面加热器试样进行试验。应按照制造商的安装说明，将试样及其附件安装在具有膨胀环(如果有的话)的典型台面上。周围的空气应维持在系统的最高声称环境温度下。

应施加标称工作电压 1.25 倍的电压 1 h。之后试样应能满足 5.2.1 和 5.2.2 的要求。

5.4 型式试验——对嵌入式加热应用的附加试验和试验修正

5.4.1 额定输出功率验证

伴热器或表面加热器的额定输出功率应通过 5.2.10.3.4 所述的程序进行验证。

5.4.2 最高护套温度测定

伴热器或表面加热器的最高护套温度应通过 5.2.13.2.5 规定的程序进行验证。

5.4.3 耐切削试验

加热器耐切削性能应通过 5.3.5 所述的试验进行验证。

5.4.4 可燃性试验

嵌入式应用的伴热器、表面加热器和组件,例如用于混凝土板融雪,需要完全嵌入的,可不用进行 5.2.3 的可燃性试验。

5.5 型式试验——对导管和管道内部伴热应用的附加试验

5.5.1 额定输出功率验证

伴热器或表面加热器的额定输出功率应通过 5.2.10.3.5 规定的程序进行验证。

5.5.2 最高护套温度测定

伴热器或表面加热器的最高护套温度应通过 5.2.13.2.6 规定的程序进行验证。

5.5.3 增强型防潮试验

5.5.3.1 非加压系统

用于非加压系统的伴热器、表面加热器和组件,应进行 5.3.3 规定的试验。

5.5.3.2 加压系统

注:与饮用水接触的设备可能要满足一些地区和国家的要求,它们不在本部分的范围之内。

用于加压系统中的伴热器、表面加热器和组件,应进行如下的增强型防水试验。

应将具有整体构件的伴热器试样(对伴热器,至少为 3 m 长),浸入 10 °C~25 °C 或比这更高的制造商声明的最高维持温度的水中,加压 2 000 h(12 周)。压力应在制造商声明的压力值上加 20%。

在这之后,应对试样进行 5.2.1 和 5.2.2 所述的试验。此外,任何部件都不应有进水迹象。

5.5.4 拉力试验

应将 68 kg 的质量,或足以达到制造商声称的最大导管拉力值的质量,悬挂于 1 m 长试样的活动端 1 min,试样的另一端固定牢靠。之后应去除质量,对试样进行 5.2.1 的绝缘耐压试验,应能承受 1 min 而无介质击穿。同时,导线或编织层应没有任何断裂且绝缘层不应有任何可见损伤(试样固定处除外)。

5.6 型式试验——对喷洒系统的附加要求

5.6.1 正常和异常运行试验

这些试验仅适用于喷洒系统上使用的伴热系统。

伴热器或表面加热器及其相关部件应满足 5.2 中所有适用的型式试验的要求。此外,它们应通过以下的正常和异常运行试验,以验证它们的作用。4.4.1 中规定的温度控制也应包含其中。

5.6.2 正常运行试验

安装在管道上的伴热设备应按制造商的说明供电,并测量温度以确定在按规定安装在喷洒系统支路和供

水管道上时,伴热器或表面加热器应将管道表面温度维持在不低于 4 °C 且不高于 38 °C 的范围内。

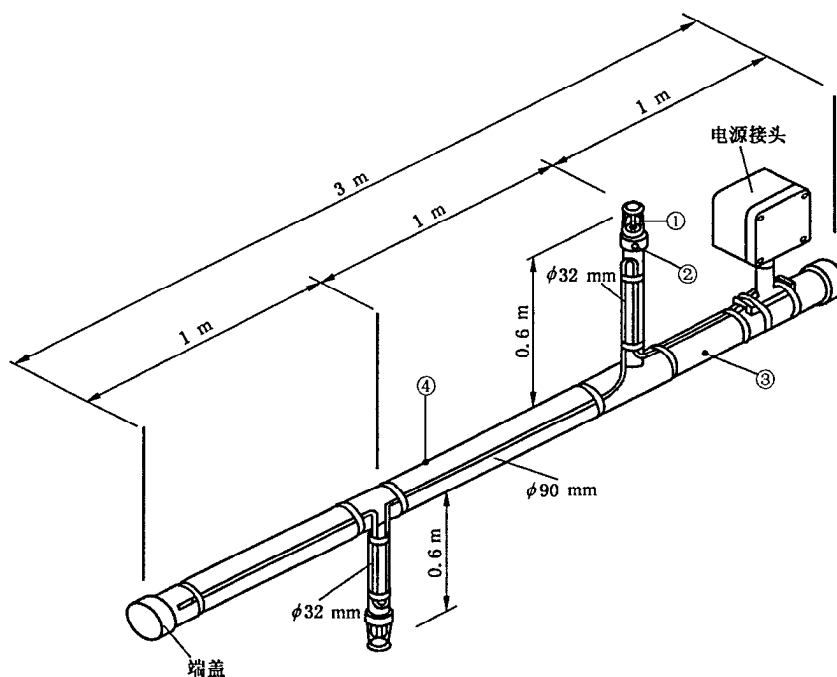
伴热器或表面加热器应按图 13(或图 14)和图 15 所示安装在管路上。图 14 给出了替代图 13 的另一种安装方法。可以使用图 14 所示的布管方式,代替图 13 中管长 3 m,外直径 90 mm(或最接近的标称尺寸)具有两个喷水管(一个向上,另一个向下)的试验装置。图 14 的试验装置管长 2 m,外直径 90 mm(或最接近的标称尺寸)并且只有一个喷水管。喷水管应按如下 a)项所述在最低环境温度下,竖直向下进行试验;并按如下 b)项所述,垂直向上进行试验。应使用 40 号(或等效的)钢管布置管路。如果制造商提到了非金属管道材料,如在塑料上使用的伴热器或表面加热器,则在使用图 13(或图 14)所述的布管进行试验时,应对每种管道材料进行试验。需要注意的是,如果伴热系统仅用于喷洒系统主水路或供水管路(不包括含喷头的支路),则仅需参照图 15 进行布管。

伴热系统,包括隔热层以及图 13(或图 14)所示伴热系统与喷头的最近允许安装距离,都应遵照制造商的安装说明。

应在图 13(或图 14)和图 15 所示的位置安装热电偶以测量管道表面温度。

每一个试验装置都应安装在符合条件的试验室内。喷头出水口应调整至竖直方向,同时应保持下述试验条件直至达到恒温读数后的热平衡,例如,3 个连续的读数不再增加,读数的时间间隔为上一次试验持续时间的 10%,但不小于 15 min。试验室内的温度应为:

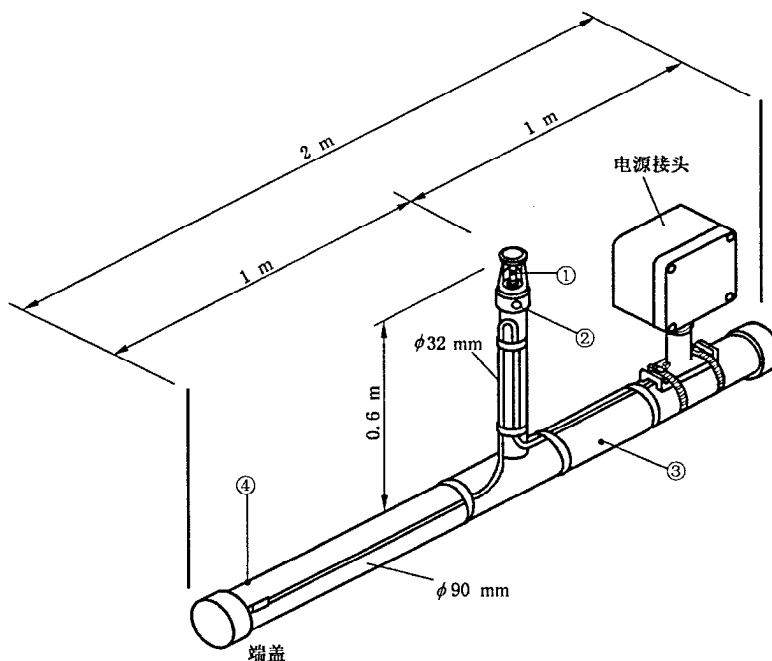
- 参照制造商安装说明的最低环境温度,但不高于 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$,试样所处环境的空气流动速度不大于 2 m/s 。
- 环境温度为 $(35\pm 2)\text{ }^{\circ}\text{C}$,试样所处环境的空气流动速度不大于 2 m/s 。



热电偶位置:

- ①——在喷头处;
- ②——在靠近喷头的外直径为 32 mm 的喷水管上;
- ③——在距离喷水管大约 0.3 m 的外直径为 90 mm 的支管上;
- ④——在距离喷水管大约 0.9 m 的外直径为 90 mm 的支管上。

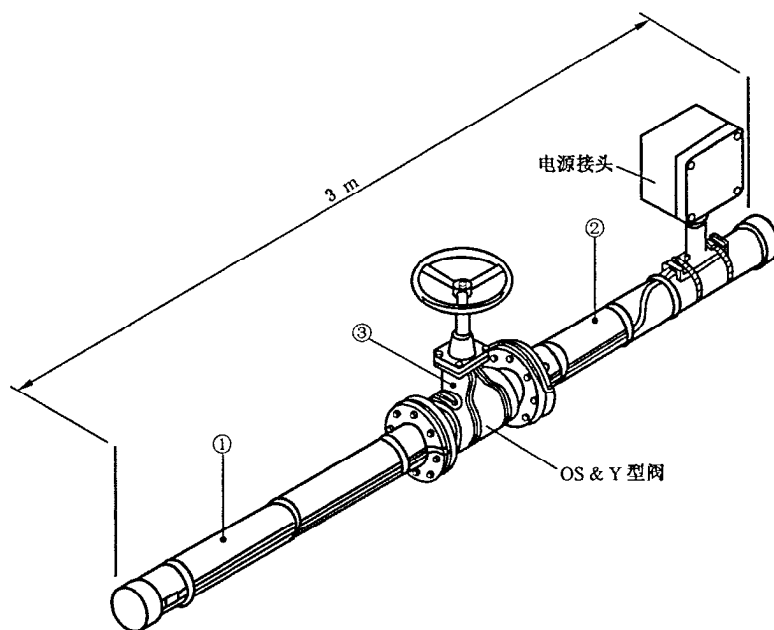
图 13 喷洒系统温度控制试验——支路布置



热电偶位置:

- ①——在喷头处;
- ②——在靠近喷头的外直径为 32 mm 的喷水管上;
- ③——在距离喷水管大约 0.3 m 的外直径为 90 mm 的支管上;
- ④——在距离喷水管大约 0.9 m 的外直径为 90 mm 的支管上。

图 14 喷洒系统温度控制试验——支路——替代布置



热电偶位置:

- ①——在距离阀门法兰大约 1 m 的外直径为 110 mm 的管道上;
- ②——在距离阀门法兰大约 0.5 m 的外直径为 110 mm 的管道上;
- ③——在 OS&Y(外螺轭式)阀体上,远离加热器试样。

图 15 喷洒系统温度控制试验——供水管布置

5.6.3 异常运行试验

当按照下述规定将伴热器或表面加热器安装在喷洒系统支路上时,在主要的温度控制装置失效时,管道表面温度不应超过 55 °C,或者比系统中使用的喷水管的最低温度低 8 °C 以上,取最小值。

注:这可通过使用独立的高温超限控制器切断具有自动复位和报告功能的伴热器电源来实现。

伴热系统及隔热材料应按照图 13(或图 14,“喷水管向上”)的规定安装在喷洒系统支线上。对螺旋缠绕的伴热器,在螺旋部分使用制造商规定长度 120% 的伴热器。

应按图 13(或图 14)的规定安装热电偶,来测量管道表面温度。试验装置安装在符合条件的试验室内,此时主要的温度控制失效,伴热系统以 110% 的额定电压运行,喷头出水端竖直。试样应暴露在 (35±2)°C 的环境温度下且气流速度不超过 2 m/s。

5.7 常规试验

5.7.1 绝缘耐压试验

伴热器或表面加热器的主要绝缘护套应能承受最低交流 6 000 V 的干电火花试验。应使用 2 500 Hz~3 500 Hz,大体上为正弦波的电压进行干电火花试验。对 3 000 Hz 的电源,以 m/s 度量的伴热器的移动速度不应超过以 mm 度量的电极长度的 3.3 倍,这一要求与频率成正比。

作为干电火花试验的替代,应进行 5.2.1 中的绝缘耐压试验(试验电压维持 1 s 而不是 1 min)。

应对使用金属护套、金属编织层或其他等效导电材料、接地面或连续金属护套的加热装置进行 5.2.1 所述的绝缘耐压试验(试验电压维持 1 s 而不是 1 min)。非金属外护套应承受额外的干电火花试验,最低试验电压为交流 3 000 V。作为干电火花试验的替代,应进行 5.2.1 中的绝缘耐压试验(试验电压维持 1 s 而不是 1 min)。

5.7.2 额定输出功率验证

应通过连续的或统计学试验方法,对并联伴热器每制造长度的输出功率进行验证,作为其功率输出的线性度。串联电阻式伴热器产品或固定阻性加热器每长度的功率输出值,应通过测量给定温度下的直流电阻、导电率或电流来验证。应建立试验测量标准,或与 5.2.10 中规定的输出功率验证试验相关联。测得的功率输出应在制造商声称的容差之内。

6 铭牌

6.1 一般要求

IEC 60519-1 中规定的适用于伴热系统的所有铭牌要求包含在下述要求中。

6.2 产品铭牌

伴热器、表面加热器和现场组装的组件应根据表 2 的规定,在其表面上做清楚且牢固的标记,或应具有耐久的标签。

对具有工厂装配接头的伴热器或表面加热器,或者表面积较小或表面不能清楚地进行印刷的部件,应将铭牌印在耐久的标签上,并牢靠固定在距电源连接件/密封压盖或最小单位的容器 75 mm 以内的地方而不是在该部件上。

表 2 产品铭牌

铭牌内容	产品类型	
	伴热设备	现场装配组件(整体构件除外)*
制造商、商标或其他可识别的公认符号	需要	需要
制造商产品编号、参考号或型号,这样适合的应用,如户外场所、潮湿地点、喷洒系统和饮用水内部伴热等应用便可追溯到产品安装说明和/或技术条件	需要	需要
制造年月、日期代码、适用序列号或类似物	需要	需要
额定电压	需要	
在相应的额定电压(对输出功率随温度变化的装置,还有声称的参考温度)下,每单位长度或单位表面积的名义功率输出,或串联伴热器单位长度以欧姆计的电阻值,或适用的工作电流或总功率	需要	
可用于露天场所、潮湿地点、饮用水和喷洒系统的伴热设备允许铭牌设置在其上	需要	需要
适用的环境要求,例如 IP(进入保护)以及区域使用要求		需要
* 其他铭牌可能适用于非整体构件。		

7 安装说明书

制造商应为伴热器或表面加热器以及部件提供产品专用的安装说明。在接头说明和安装说明相同时,不同部件和伴热器或表面加热器的说明书可结合在一起。说明应明确产品及其使用场合,并应包括以下信息或等同的信息:

- a) 按第 1 章所列的预期用途,以一般应用类型或特定应用(或相似应用)的形式给出;
- b) 给出“适用于……”(或等同)的陈述并有适用的伴热器或表面加热器清单,或适用的连接件清单;
- c) 给出“每一电路都要有接地故障保护”的陈述;
- d) 给出“安装或维修前断开所有电路”的陈述;
- e) 给出“安装前和安装过程中保持伴热器(或表面加热器,如果适用的话)端头和配套部件干燥”的陈述;
- f) 对用于降低冲击和/或变形等级中的伴热器,给出“警告:仅用于低机械损伤风险区域”的陈述;
- g) 对供有完整额外机械防护(见 4.1)的伴热器和表面加热器,在说明书中补充如下陈述“不应移除该机械护套,且机械防护装置不在正确位置时,伴热器或表面加热器应不能工作”;
- h) 对伴热器或表面加热器,应有适当陈述,指示伴热器的金属护套、编织层、屏蔽层或等效导电护套应连接至接地端;
- i) 对管道或容器上的应用,给出“应通过在适当位置和/或沿着线路每相隔不远处张贴警示标志或标记,明确指明此处有伴热设备存在”的声明;
- j) 对户外除冰或融雪应用,给出“应通过在明显可见处设置警示标志或标记,明确指明此处有伴热设备存在”的陈述;
- k) 给出“与电伴热系统的安装和试验有关的人员,应已接受所有需要的专业知识的培训。安装应

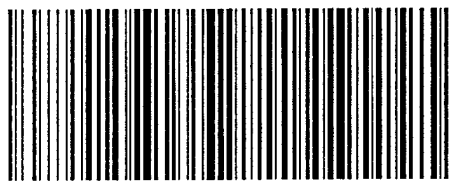
在合格人员的监督下进行。”的陈述；

- l) 对喷洒系统上的应用,给出“警报输出应连接至火焰探测报警系统并由该系统进行监控”;
- m) 对喷洒系统上的应用,应在说明书中标明系统的安装应遵守当地规范和标准中的障碍物要求(例如 NFPA 13[3]),这样伴热设备上的隔热层就不会难以接受地阻碍喷头或者盖住扳手凸起。朝上的喷水管的说明应包括 GB/T 32348.2—2015,4.6.3e)、f)和 g)中的信息,以及对 GB/T 32348.2—2015 图 7 的参考;
- n) 说明书应指出:具有伴热系统的喷洒系统应正确接地;
- o) 对喷洒系统上的应用,给出“喷洒灭火系统上使用的伴热系统应永久连接电源”的陈述;
- p) 对喷洒系统上的应用,给出“喷洒灭火系统上使用的伴热系统的设计和监测应与本部分和 GB/T 32348.2—2015 一致”的陈述;
- q) 对喷洒系统上的应用,给出“如果供有备用电源用来搭建电气系统,那么同样应为伴热系统提供备用电源”的陈述;
- r) 对喷洒系统上的应用,应标明预期的应用类型,如“仅用于供水管”,或“用于供水管和支线,以及喷头”;
- s) 对喷洒系统上的应用,应标明最低环境温度。

参 考 文 献

- [1] IEC 60050(所有部分) 国际电工词汇 (见“<http://www.electropedia.org>”)
 - [2] IEC/IEEE 60079-30-1 爆炸性气氛用电气设备 电阻式伴热器 第1部分:通用和试验要求
 - [3] NFPA 13 喷洒系统安装标准
-

GB/T 32348.1—2015/IEC 62395-1:2013



GB/T 32348.1-2015

版权专有 侵权必究

*

书号:155066·1-52903