



中华人民共和国国家标准

GB/T 13754—2017
代替 GB/T 13754—2008

供暖散热器散热量测定方法

Test methods of thermal output of heating radiators

2017-05-31 发布

2018-04-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB/T 13754—2008《采暖散热器散热量测定方法》。与 GB/T 13754—2008 相比主要技术内容变化如下：

- 修改了标准名称；
- 修改了范围；
- 修改了术语中标准测试工况和标准过余温度；
- 修改了小室尺寸；
- 修改了其他工况下的过余温度；
- 减少了标准散热器数量；
- 增加了 6.2.4.2、6.2.6.2 和 6.2.6.5；
- 增加了测试报告中的内容；
- 增加了资料性附录 C 饱和水温度与比焓值表的内容。

本标准由中华人民共和国住房和城乡建设部提出。

本标准由全国暖通空调及净化设备标准化技术委员会(SAC/TC 143)归口。

本标准负责起草单位：中国建筑科学研究院。

本标准参加起草单位：哈尔滨工业大学、中国建筑金属结构协会、清华大学、国家空调设备质量监督检验中心、北京建筑材料检验研究院有限公司、国家散热器产品质量监督检测中心、天津市产品质量监督检测技术研究院、中国建材检验认证集团股份有限公司、圣春冀暖散热器有限公司、森德(中国)暖通设备有限公司、努奥罗暖通科技有限公司、瑞特格(中国)有限公司、唐山大通金属制品有限公司、浙江荣荣实业有限公司、北京三叶散热器厂、北新住宅产业有限公司、高密市中亚暖通设备有限公司、天津马丁康华不锈钢制品有限公司、河南乾丰暖通科技股份有限公司、佛罗伦萨(北京)暖通科技股份有限公司、广东太阳花暖通设备有限公司、银川市艾尼散热器有限公司、河北祥和冷暖设备有限公司。

本标准主要起草人：路宾、冯爱荣、董重成、宋为民、李晓锋、李忠、史红卫、杨金元、许仕君、郭红斌、司洪庆、郭占庚、陈国华、张尧舜、于克跃、潘礼革、王定山、文会通、杨华杰、杨宗玉、管仲海、黄献锋、罗旭、耿永庆、李晓辉、陈亮、刘宗江、聂晶晶。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB/T 13754—1992、GB/T 13754—2008。

供暖散热器散热量测定方法

1 范围

本标准规定了供暖散热器(以下简称散热器)散热量测定的术语和定义、符号与单位、测试样品的选择、测试系统配置和测试方法及测试报告。

本标准适用于热媒为水(热媒温度低于当地大气压力下水的沸点温度)的散热器标准散热量的测定;测试样品的标准散热量不宜小于 400 W,且不宜大于 2 600 W。

本标准不适用于自带热源散热器。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 16803 采暖、通风、空调、净化设备 术语

GB/T 50155 供暖通风与空气调节术语标准

3 术语和定义

GB/T 16803 和 GB/T 50155 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

组装式散热器 sectional heating radiators

生产和销售时都以同样形式的待组装单元出现,并可将这些单元组装成一个整体的散热器。

3.2

标准散热器 master radiator

各检测实验室规定的用于验证测试装置重复性的散热器。

3.3

湿换热面 wet heating surface(primary heating surface)

散热器中总是与热媒(水或蒸汽)相接触的换热表面,也称一次换热面。

3.4

干换热面 dry heating surface(secondary heating surface)

散热器中仅与空气相接触的换热表面,也称二次换热面。

3.5

散热器类 type of heating radiators

具有类似构造,当高度或长度变化时,散热器的横断面保持不变,或在不影响热媒侧的情况下,散热器干换热面仅有一个特征尺寸(如板式散热器对流片的高度)发生系统性的变化,并至少包含 3 种以上散热器型号的一类散热器。

3.6

高度变化范围 range of heights

同一散热器类中,散热器最大高度和最小高度的差值。

3.7

基准点空气温度 reference air temperature

测试小室中心垂线上距地 0.75 m 处的空气温度。

3.8

过剩温度 excess temperature

样品进出水平均温度与基准点空气温度的差值。

3.9

标准大气压力 standard air pressure

101.3 kPa(1.013 bar)的大气压力。

3.10

标准测试工况 standard test conditions

小室基准点空气温度为 18 °C,大气压力为标准大气压力;辐射散热器进口水温为 75 °C,出口水温为 50 °C;对流散热器进口水温为 68.75 °C,出口水温为 56.25 °C 的测试工况。

3.11

标准过剩温度 standard excess temperature

标准测试工况下的过剩温度(44.5 K)。

3.12

金属热强度 thermal output per weight per excess temperature of radiator

散热器在标准测试工况下,每单位过剩温度下单位质量金属的散热量。

3.13

水的质量流量 water mass flow rate

单位时间内流过散热器的水的质量。

3.14

标准水流量 standard water mass flow rate

标准测试工况下单位时间内流过散热器的水的质量。

3.15

标准散热量 standard thermal output

标准测试工况下的散热器散热量。

3.16

标准特征公式 standard characteristic equation

在标准水流量下有效,散热量作为过剩温度的函数表达式。

注:该函数表达式为一个具有特征指数的幂函数。标准过剩温度 44.5 K 下的标准散热量可以根据该函数表达式得到。

3.17

某散热器类的特征公式 regression equation of a type

作为某一特征尺寸的函数,可以给出某散热器类所包含的所有型号的标准散热量和特征指数的公式。

注:该特征公式在确定散热量时为一幂函数,其特征指数为特征尺寸的线性函数。

3.18

测量仪器的重复性 repeatability of a measuring instrument

在相同测量条件下,重复测量同一个被测量,测量仪器提供相近示值的能力。

4 符号与单位

本标准测试所用参数的符号和单位见表 1。

表 1 测试所用参数的符号和单位

序号	参数	符号	单位
1	散热量	Q	W
2	标准散热量	Q_s	W
3	热力学温度	T	K
4	温度	t	°C
5	进口水温	t_1	°C
6	出口水温	t_2	°C
7	进出口温差	$t_1 - t_2$	K
8	平均水温	t_m	°C
9	基准点空气温度	t_r	°C
10	过余温度	ΔT	K
11	比焓	h	J/kg
12	进口比焓	h_1	J/kg
13	出口比焓	h_2	J/kg
14	水的质量流量	G_m	kg/s
15	特征尺寸	H	m
16	高度变化范围	H_r	m
17	热阻	R	(m ² · K)/W
18	采样时长	τ	s
19	金属热强度	q	W/(kg · K)

5 测试样品的选择

5.1 长度相同、高度为变化的特征尺寸时散热器类测试样品的选择

5.1.1 散热器测试样品的长度宜为 0.5 m~1.5 m。对组装式散热器,其组装单元的数量宜为 10 且散热器长度不应小于 0.5 m。同一散热器类中的不同测试样品应具有相同长度。

5.1.2 当散热器类中散热器高度变化范围为 $0.3 \text{ m} \leq H_r \leq 1.0 \text{ m}$ 时,测试样品应分别选取所属类中最大高度、最小高度和中间高度的 3 个样品,所选中间高度样品高度值不应小于且应最接近于式(1)表示的高度均值。

$$H_a = \frac{H_{\max} + H_{\min}}{2} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

H_a ——高度均值,单位为米(m);

H_{\max} ——高度最大值,单位为米(m);

H_{\min} ——高度最小值,单位为米(m)。

5.1.3 当散热器类中散热器高度变化范围为 $1.0\text{ m} < H_r \leq 2.5\text{ m}$ 时,被测样品应分别选取所属类中最大高度、最小高度和两个中间高度的样品,所选中间高度样品高度值应分别最接近于式(2)和式(3)表示的值。

$$H_{a1} = \frac{2H_{\max} + H_{\min}}{3} \dots\dots\dots(2)$$

$$H_{a2} = \frac{H_{\max} + 2H_{\min}}{3} \dots\dots\dots(3)$$

式中:

H_{a1} ——第一个高度中间值,单位为米(m);

H_{a2} ——第二个高度中间值,单位为米(m)。

5.1.4 当该散热器类中散热器的高度均小于 0.3 m 时,被测样品应选择所属类中最大高度和最小高度的样品。

5.1.5 当散热器高度大于 2.5 m 时,不宜以散热器类作为测试对象。

5.2 高度相同、其他特征尺寸变化时散热器类测试样品的选择

所选择的测试样品应具有相同高度,且其特征尺寸分别为该散热器类中相关特征尺寸的最小值、中间值和最大值,中间值宜参考 5.1.2 的规定确定。

5.3 测试样品的提交和核对

5.3.1 对第一次申请测试的散热器类或型号,宜同时向检测实验室提交测试样品和产品图纸。产品图纸应由委托方提供。

5.3.2 产品图纸宜包含以下内容:

- a) 应显示对散热量有影响的所有尺寸和特征,包括焊接和装配的详细方法;
- b) 应注明散热器的材料种类,干换热面或湿换热面材料的名义厚度、公差及涂层类型。

5.3.3 检测实验室根据国家现行相关产品标准对样品的外形尺寸进行核对后方可进行散热量测定。

6 测试系统配置和测试方法

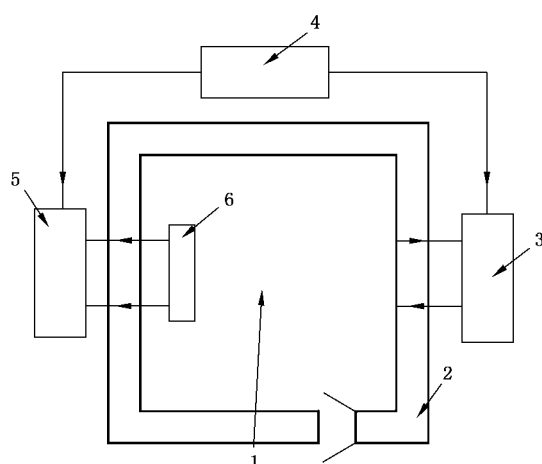
6.1 测试目的

利用本标准规定的测试方法,获得散热器标准特征公式,确定散热器的标准散热量。

6.2 仪器设备

6.2.1 测试装置

测试装置示意图如图 1 所示。



说明：

- 1——安装被测散热器的小室；
- 2——小室六个壁面外的循环空气或水夹层；
- 3——冷却夹层内循环空气或水夹层循环处理装置；
- 4——检测和控制的仪表及设备；
- 5——供给被测试散热器能量的热媒循环系统；
- 6——测试样品。

图 1 测试装置示意图

6.2.2 小室

6.2.2.1 小室内部的净尺寸应为：长度为 (4.00 ± 0.02) m；宽度为 (4.00 ± 0.02) m；高度为 2.80 m~3.00 m。

6.2.2.2 小室在测试过程中均应保持气密且小室内壁面不应结露。

6.2.2.3 小室内表面应涂非金属亚光涂料，其发射率不应小于 0.9。

6.2.2.4 小室采用空气冷却时，其构造应符合下列要求：

- a) 小室周围应设夹层，夹层的宽度不应小于 0.3 m，宜为 0.5 m；
- b) 小室四壁、门、屋顶和地面的热阻偏差应小于 20%；
- c) 小室门应直接对着夹层外门，夹层外门应气密，并宜具有和夹层墙相同的热阻；
- d) 夹层外围护层的墙、屋顶和地面总热阻不应小于 $1.73(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$ ；
- e) 夹层内应维持稳定的温度环境，夹层内应有由可控温的送回风系统形成的循环空气，使小室的 6 个壁面得到均匀冷却，夹层内冷却空气的平均流速宜为 0.1 m/s~0.5 m/s。

6.2.2.5 小室采用水冷却时，其构造应符合下列要求：

- a) 冷却水的循环方式应使小室表面温度均匀；
- b) 冷却水的总流量不应少于 6 000 kg/h，每面墙夹层内的水流量应可分别控制；
- c) 水冷小室构造参见附录 A。

6.2.3 小室内的参数测量

6.2.3.1 空气温度测点

6.2.3.1.1 小室中心轴线上温度测点的布置及其测量误差应符合下列规定：

- a) 基准点空气温度：距地 0.75 m，测量误差应为 ± 0.1 °C；
- b) 其他点温度：距地 0.05 m、0.50 m、1.50 m 及距顶面 0.05 m 共 4 点，测量误差应为 ± 0.2 °C。

6.2.3.1.2 在每条距两面相邻墙 1.0 m 处的垂直线上(共 4 条线),距地 0.75 m、1.50 m 的 2 点(共 8 点)宜设置温度测点,测量误差应为 ± 0.2 °C。

6.2.3.2 小室内表面温度测点

6.2.3.2.1 六个内表面的中心点,测量误差应为 ± 0.2 °C。

6.2.3.2.2 在安装被测散热器的墙壁内表面与地面垂直的中心线上,距地 0.30 m 的点,测量误差应为 ± 0.2 °C。

6.2.3.3 其他参数的测量

6.2.3.3.1 小室内空气的相对湿度,测量误差应为 5%。

6.2.3.3.2 采用空气冷却时夹层内的空气温度,测量误差应为 ± 0.5 °C。

6.2.3.3.3 采用水冷却时冷却系统入口处的水温,测量误差应为 ± 0.2 °C。

6.2.3.3.4 大气压力,测量误差应为 ± 0.1 kPa。

6.2.4 热媒循环系统参数的测量

6.2.4.1 应测量散热器进口和出口的水温,或测量其中一处水温及散热器进出口的热水温差。

6.2.4.2 水的质量流量应采用称重法测量,称重法测试装置示意图参见附录 B。称量水的质量流量时水温应降至 (25 ± 5) °C,否则应采用密闭容器称量。

6.2.4.3 当采用其他方法测量水的质量流量时,该方法应能用称重法验证,且其测量精度不应低于称重法。

6.2.4.4 热媒参数的测量应满足以下要求:

- a) 流量测量误差应为 0.5%;
- b) 温度测量误差应为 ± 0.1 °C。

6.2.5 标准散热器

各检测实验室应至少规定一组散热器作为本实验室标准散热器。标准散热器应不易变形和腐蚀,热性能稳定。

6.2.6 测试装置的验证

6.2.6.1 散热器散热量的测试应在符合本标准要求的试验环境和条件下进行。

6.2.6.2 实验室所采用的数据采集软件不应处理采集数据,并应能提供验证采集数据真实性的方法。

6.2.6.3 实验室验收时应使用标准散热器进行散热量测试,连续 5 次测试结果的相对偏差不应超过 2%。

6.2.6.4 实验室应至少每 6 个月使用标准散热器进行散热量测试。测试结果与实验室初始时连续 5 次测试结果的相对偏差不应超过 2%。

6.2.6.5 采用风冷小室的实验室验收时,其测试结果应与采用水冷小室的实验室进行比对验证。验证时应使用同一组标准散热器进行散热量测试,两个实验室测试结果的相对偏差不应超过 2%。

6.3 试验准备

6.3.1 无特殊要求时,被测散热器应按以下规定安装:

- a) 散热器应与安装位置所在的壁面平行,并对称于该壁面的中心线;
- b) 散热器安装位置所在的壁面与距其最近的散热器表面之间的距离应为 (0.050 ± 0.005) m;

- c) 散热器底部应与小室地面平行,其底部与小室底部的间距应为 (0.11 ± 0.01) m;
- d) 散热器与支管的连接采用同侧上进下出,并应有坡度;
- e) 支撑及固定散热器的构件不应影响散热器的散热量;
- f) 应保证在水系统中不发生气堵。

6.3.2 如果委托方的技术文件或标准连接件与 6.3.1 的规定不同,散热器应按委托方的规定安装,相关安装元件由委托方提供。

6.3.3 测试报告中应给出散热器的安装条件,委托方也应在其技术文件中给出同样的说明。

6.4 测试方法

6.4.1 原理

散热器的散热量通过测量流经散热器的水的质量流量(称重法)和散热器进出口的焓差来确定。

6.4.2 测量和计算

6.4.2.1 总则

通过确定散热量和过余温度的相关值,建立散热器的标准特征公式。

6.4.2.2 称重法

在标准大气压力下,散热器散热量应按式(4)、式(5)计算:

$$Q = G_m \times (h_1 - h_2) \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$G_m = m / \tau \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中:

- Q ——标准大气压力下的散热器散热量,单位为瓦(W);
- G_m ——流经散热器的水的质量流量,单位为千克每秒(kg/s);
- h_1, h_2 ——散热器进出口比焓,单位为焦耳每千克(J/kg)(根据测量到的散热器进出口温度 t_1 和 t_2 ,通过计算或参照附录 C 中 100 kPa 压力下的水的物性参数表得到);
- m ——集水容器中水的质量,单位为千克(kg);
- τ ——集水容器收集水的采样时长,单位为秒(s)。

6.4.2.3 大气压力修正

当测试小室大气压力与标准大气压力有偏离时,应按式(6)和式(7)计算散热量:

$$Q = Q_f \times \alpha \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中:

- Q ——标准大气压力下的散热器散热量,单位为瓦(W);
- Q_f ——非标准大气压力下的散热器散热量,计算方法同式(4)、式(5),单位为瓦(W);
- α ——非标准大气压力条件下的散热量修正系数。

$$\alpha = 1 + \beta(p_0 - p) / p_0 \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中:

- β ——系数(辐射散热器为 0.3,对流散热器为 0.5);
- p ——测试小室的平均大气压力,单位为千帕(kPa);
- p_0 ——标准大气压力(101.3 kPa)。

6.4.3 特征公式的确定

6.4.3.1 测试工况

6.4.3.1.1 特征公式的确定至少应在过余温度分别为 $(30.0 \pm 2.5) \text{K}$ 、 $(44.5 \pm 1.0) \text{K}$ 和 $(60.0 \pm 2.5) \text{K}$ 这3个工况测试的基础上进行。

6.4.3.1.2 在确定特征公式的过程中,除应满足6.4.3.2规定的稳态条件外,不同工况间基准点空气温度的变化不应超过1 K。

6.4.3.1.3 不同工况间的水的质量流量应相同,与平均值的相对偏差不应超过 $\pm 1\%$ 。该流量应在符合以下要求的工况下测出:

- a) 过余温度为 $(44.5 \pm 1.0) \text{K}$;
- b) 对于辐射散热器,散热器进出口温差为 $(25.0 \pm 1.0) \text{K}$;对于对流散热器,散热器进出口温差为 $(12.5 \pm 1.0) \text{K}$ 。

6.4.3.1.4 对流散热器宜进行变流量测试,辐射散热器可根据委托方要求确定是否进行变流量测试。变流量测试宜在标准流量、1/2倍标准流量和2倍标准流量这3个不同工况下进行。

6.4.3.2 稳态条件

6.4.3.2.1 在测试过程中热媒循环系统和测试小室都应保持稳态条件。应通过自控系统对相关参数进行定时监测。当在至少30 min内得到的所有读数(至少12组)与平均值的最大偏差小于6.4.3.2.2和6.4.3.2.3规定的条件时,可以认为达到稳态条件。

6.4.3.2.2 热媒循环系统的稳态条件见表2。

表2 热媒循环系统的稳态条件

测试参数	与平均值的最大偏差
流量	$\pm 1\%$
温度	$\pm 0.1 \text{ } ^\circ\text{C}$

6.4.3.2.3 测试小室的稳态条件见表3。

表3 测试小室的稳态条件

测试参数	与平均值的最大偏差
各壁面中心温度	$\pm 0.3 \text{ } ^\circ\text{C}$
安装散热器墙壁内表面温度	$\pm 0.5 \text{ } ^\circ\text{C}$
基准点温度	$\pm 0.1 \text{ } ^\circ\text{C}$

6.4.3.3 测试时间及记录

6.4.3.3.1 测量数据可采用电子文件记录。

6.4.3.3.2 在热媒循环系统和测试小室在某一状态下达到稳定要求后,在等时间间隔上连续进行12次测试,且总时间不应小于0.5 h。应记录6.2.3和6.2.4规定的相关数据。

6.4.3.3.3 若记录值符合所规定的偏差范围(包括稳态条件),可计算平均值后确定散热器的特征公式。

6.5 测量仪器的准确度与不确定度

6.5.1 质量

6.5.1.1 采用称重法称重时,称量装置在称量称水容器中水的质量时,每 10 kg 测量误差不应大于 2 g。

6.5.1.2 散热器质量应采用不低于三级的台秤称量得到。

6.5.2 时间

采用称重法称重时,用来测量收集水的时间计时器的测量误差不应大于 0.01 s。每次称量时间不应少于 60 s。

6.5.3 温度

6.5.3.1 应在被测散热器与水系统的连结处测量水温。如不能在该处测量水温时,可在距散热器进(出)口不大于 0.3 m 的管道处测量。应对这段管道采取保温措施,宜采用橡塑保温材料,且保温材料厚度不应低于 50 mm。保温层应延伸到测温点外 0.3 m 以上。

6.5.3.2 水流温度测量的扩展不确定度($k=2$)不应大于 0.05 K,进出口温差和过余温度测量的扩展不确定度($k=2$)不应大于 0.1 K。

6.5.3.3 空气温度测量点应做防热辐射屏蔽。

6.5.4 大气压力

大气压力的测量准确度应在 ± 0.2 kPa(2 mbar)内。

6.5.5 测量仪器的校准

测量主要参数仪器的校准应溯源到国家基准。

6.6 测试结果表达

6.6.1 标准特征公式

6.6.1.1 测试对象为单个散热器型号时散热器的标准特征公式

对单个散热器型号,测试得到的标准特征公式见式(8):

$$Q = K_M \cdot \Delta T^n \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中:

Q ——标准大气压力下的散热器散热量,单位为瓦(W);

ΔT ——过余温度,单位为开尔文(K);

K_M ——针对该组散热器型号,测试所得标准特征的常数;

n ——针对该组散热器型号,测试所得标准特征公式的指数。

6.6.1.2 测试对象为某散热器类时散热器类的标准特征公式

6.6.1.2.1 散热器类的标准特征公式见式(9):

$$Q = K_T \cdot H^b \cdot \Delta T^{(c_0+c_1 H)} \quad \dots\dots\dots (9)$$

式中:

Q ——标准大气压力下的散热器散热量,单位为瓦(W);

ΔT ——过余温度,单位为开尔文(K);

- H ——特征尺寸,单位为米(m);
- $c_0 + c_1 H$ ——特征尺寸 H 的线性函数;
- K_T ——该散热器类标准特征公式的常数;
- b ——该散热器类标准特征公式的指数。

6.6.1.2.2 变流量下某散热器类的特征公式见式(10):

$$Q = K_T \cdot H^b \cdot G_m^c \Delta T^{(c_0+c_1 H)} \dots\dots\dots (10)$$

式中:

- Q ——标准大气压力下的散热器散热量,单位为瓦(W);
- ΔT ——过剩温度,单位为开尔文(K);
- G_m ——通过散热器的水的质量流量,单位为千克每秒(kg/s);
- H ——特征尺寸,单位为米(m);
- $c_0 + c_1 H$ ——特征尺寸 H 的线性函数;
- K_T ——变流量下某散热器类特征公式的常数;
- b ——该散热器类的常数,通过最小二乘法求得;
- c ——该散热器类特征公式中流量的指数。

6.6.2 标准散热量

散热器的标准散热量可通过将标准过剩温度代入到式(8)计算得到;也可通过将标准过剩温度、该型号的特征尺寸代入到式(9)中计算得到。

6.6.3 金属热强度

散热器金属热强度应按式(11)确定:

$$q = \frac{Q_s}{\Delta T_s \cdot G} \dots\dots\dots (11)$$

式中:

- q ——散热器金属热强度,单位为瓦每千克开尔文[W/(kg·K)];
- Q_s ——散热器标准散热量,单位为瓦(W);
- ΔT_s ——标准过剩温度, $\Delta T_s = 44.5$ K;
- G ——散热器未充水时的质量,单位为千克(kg)。

7 测试报告

7.1 测试报告中应包括以下内容:

- a) 小室尺寸;
- b) 每个被测样品或散热器类的标准特征公式;
- c) 每个被测样品的标准散热量、金属热强度、散热量与过剩温度的关系曲线、水的质量流量;
- d) 样品安装中的任何非标准做法;
- e) 能反映被测散热器构造、形状、主要尺寸及特点的照片或简图;
- f) 不符合本标准规定的测试项目及原因;
- g) 注明被测散热器片数组合长度、重量、制造材料、表面涂料、外形尺寸、连接方式、接管尺寸及安装条件。

7.2 被测散热器散热量计算结果修约时应保留 1 位小数,特征公式中的指数和系数应保留 4 位小数,温度应保留 1 位小数。

附录 A
(资料性附录)
水冷却小室构造

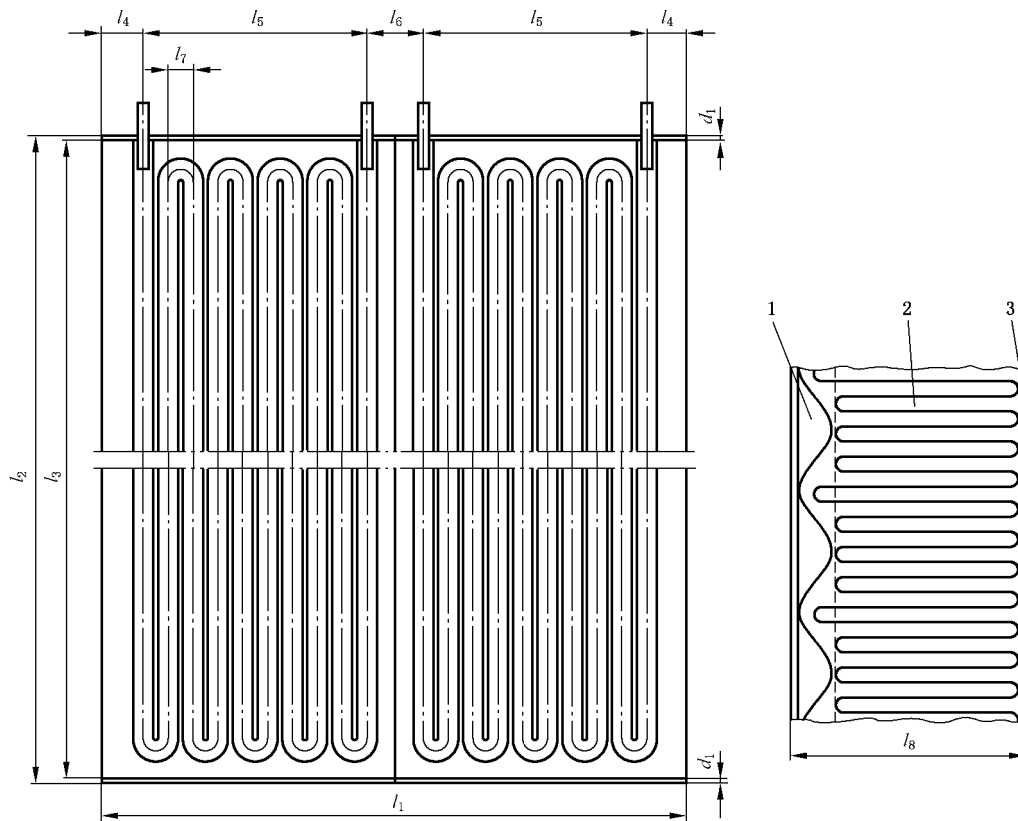
A.1 测试小室构造

A.1.1 测试小室应有水冷夹层,小室内表面应用薄钢板制造且表面应光滑。

A.1.2 水冷夹层应符合下列规定:

- a) 结构示意图见 A.1 和图 A.2。

单位为毫米

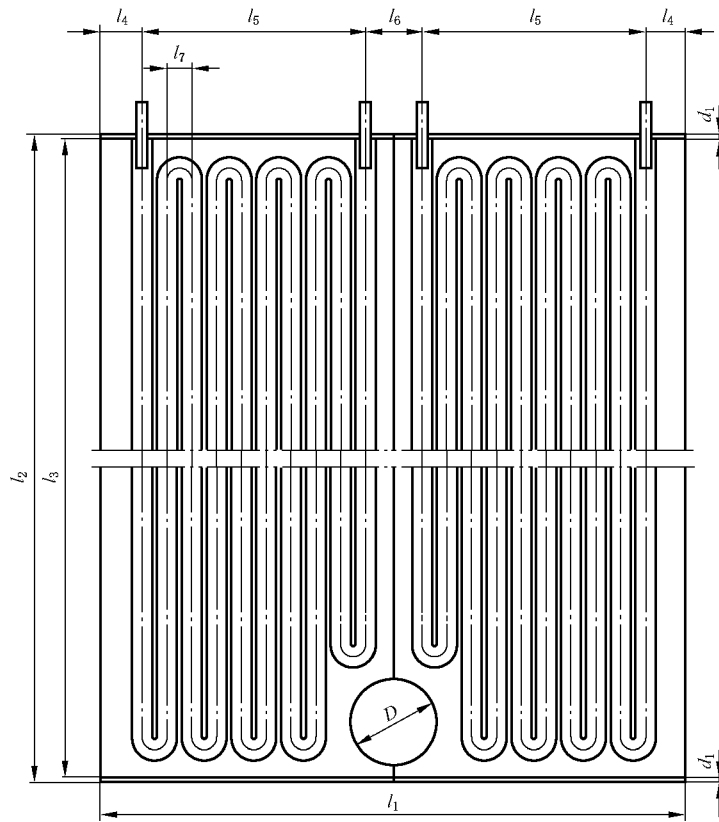


l_1	l_2	l_3	l_4	l_5	l_6	l_7	l_8	d_1
1 000	≈4 000	≈3 990	73.5	378	97	42	80	5

说明:

- 1——钢制夹层;
- 2——保温材料;
- 3——外表面钢板。

图 A.1 水冷夹层示意图

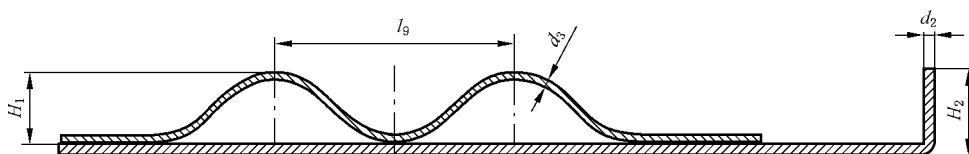


l_1	l_2	l_3	l_4	l_5	l_6	l_7	d_1	D
1 000	≈4 000	≈3 990	73.5	378	97	42	5	150

图 A.2 留有对外连接洞口的水冷夹层示意图

b) 钢制夹层示意图见 A.3。钢制夹层由两层钢板焊接而成：一层是小室内表面，厚度为 2 mm 的平钢板；另一层为 1 mm 厚的波浪型钢板，与平钢板一起形成若干横截面积约 150 mm² 的水道。安装被测散热器的壁面也应有同样的夹层，但不应与冷却水系统相连（即水道中不走水）。

单位为毫米



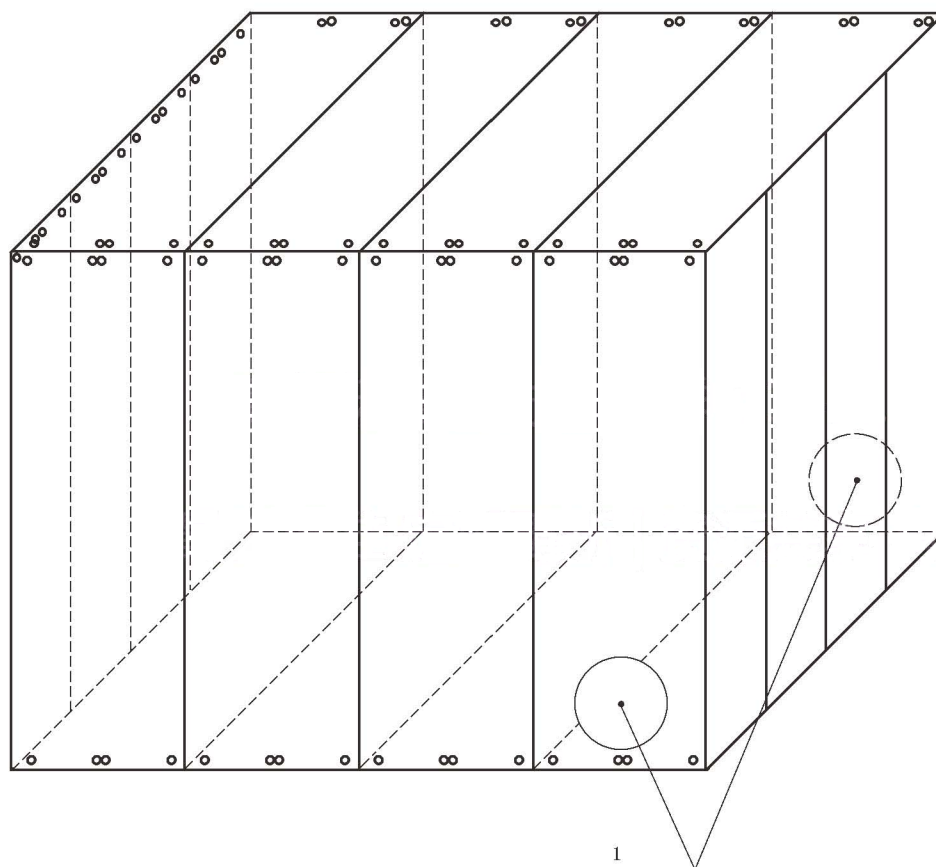
l_9	d_2	d_3	H_1	H_2
42	2	1	12	15

图 A.3 钢制夹层横截面示意图

- c) 保温层宜采用发泡保温材料,将发泡保温材料注入钢制夹层和外表面钢板之间,形成一个独立的整体;保温层厚度不低于 80 mm,各个壁面的总热阻分别不应小于 $2.5(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$ 。
- d) 外表面钢板厚度为 0.6 mm。

A.1.3 测试小室的内表面应涂刷哑光涂料,其发射率不应小于 0.9。

A.1.4 小室各个壁面均应组装而成,内外结构均自成体系,不应有热桥,如图 A.4 所示。

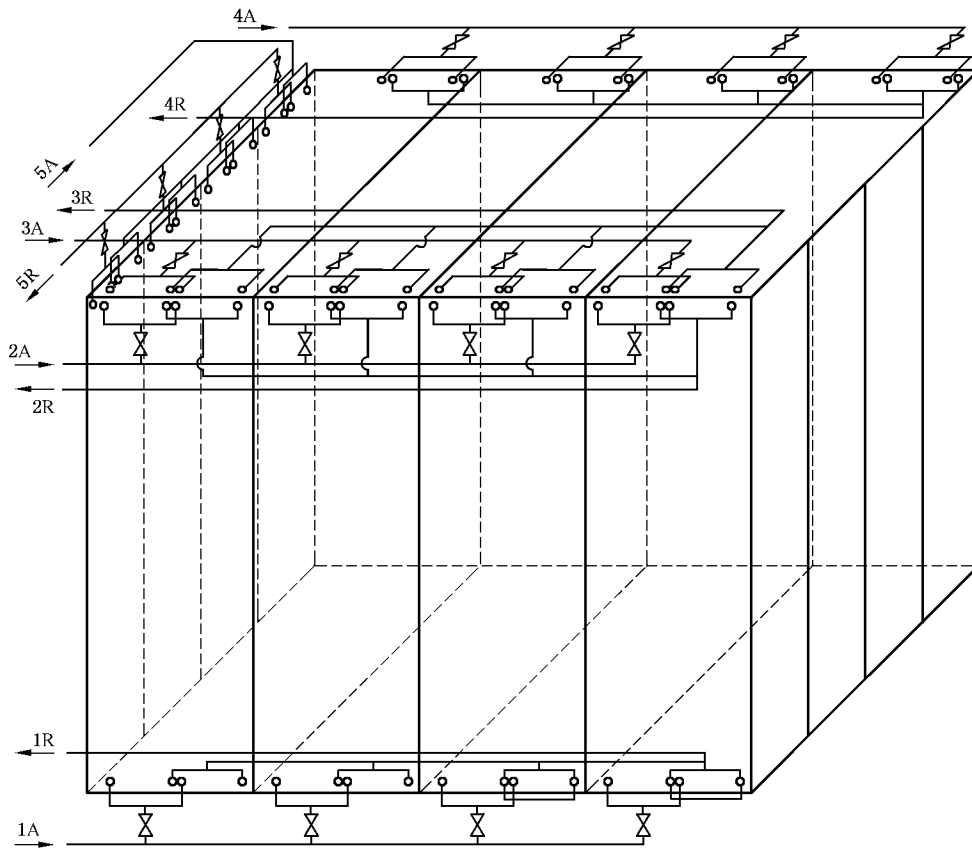


说明:

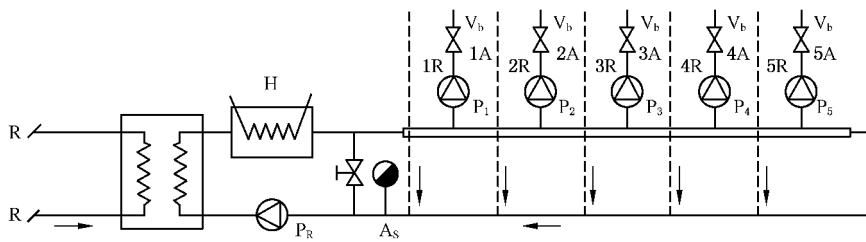
1——水电连接预留孔洞。

图 A.4 水冷夹层组装示意图

A.1.5 小室冷却水环路由冷却水主环路和水冷夹层水道连接而成,见图 A.5。小室内外水电连接的洞口应进行密封。



a) 水冷夹层水道接管示意图



b) 冷却水主环路示意图

说明：

- R —— 冷媒接口；
- A_s —— 空气分离器；
- P —— 水泵；
- H —— 电加热器。

图 A.5 小室冷却水环路示意图

A.2 测试小室的密闭性

测试小室的构造应密闭。

A.3 冷却系统

A.3.1 在被测散热器允许的最大散热量下,测试小室任一被冷却壁面内表面的温度与所有被冷却壁面内表面的平均温度之差不应大于 ± 0.5 K。每平方米被冷却壁面所提供的夹层冷却水流量不应小于80 kg/h。

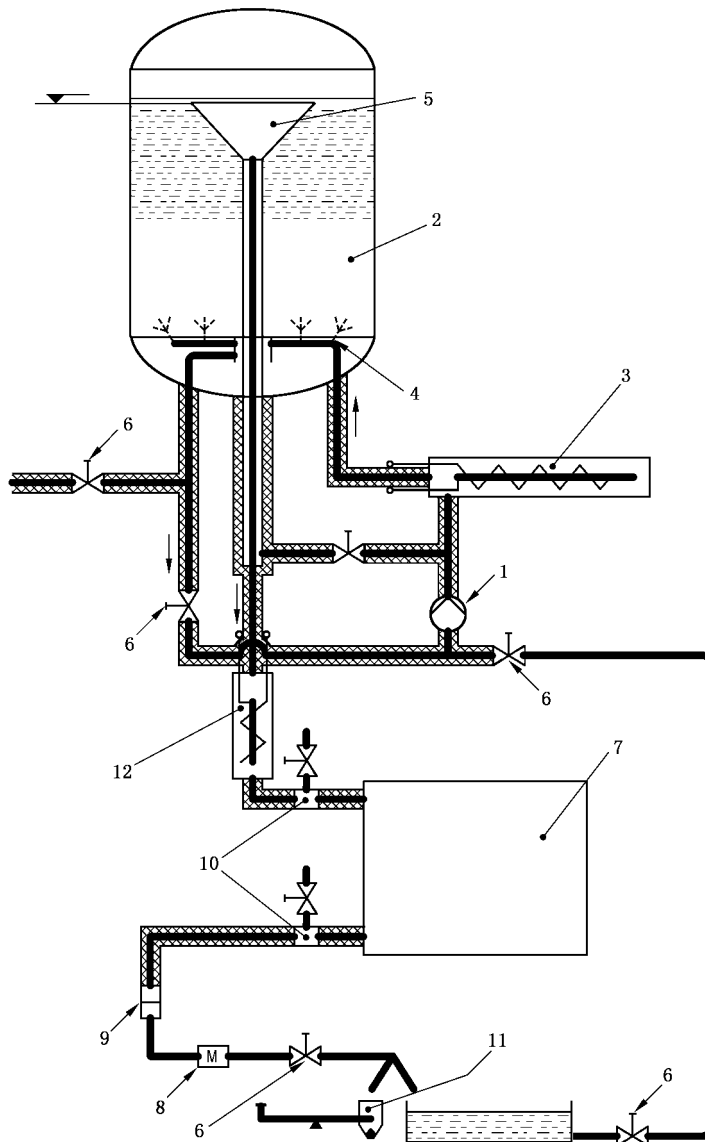
A.3.2 在测试过程中,应控制被冷却壁面内表面平均温度,使基准点空气温度保持在 (18 ± 0.5) ℃范围内,并符合6.4.3.2的规定。

注:小室被冷却壁面内表面平均温度为相关壁面的进水温度和出水温度的平均值。

附录 B
(资料性附录)
称重法测试装置示意图

B.1 测试装置示意图见图 B.1。

B.2 测试过程:部分热媒通过循环泵(1)到高位溢流水箱(5),同时大部分热媒通过电锅炉(3)和混水装置(4)不断循环。测试中使用的水从高位溢流水箱(5)中流下,经过精加热装置(12)后,通过被测散热器(7)经热交换器(9)冷却后流到称重容器(14)中。



说明:

- | | | |
|----------|------------|-------------|
| 1——循环泵; | 5——高位溢流水箱; | 9——过滤器; |
| 2——恒压水箱; | 6——阀; | 10——水温测量装置; |
| 3——电锅炉; | 7——散热器; | 11——称重容器; |
| 4——混水装置; | 8——热交换器; | 12——精加热装置。 |

图 B.1 测试装置示意图

附 录 C
(资料性附录)
饱和水温度与比焓值表

饱和水温度与对应比焓值见表 C.1。

表 C.1 饱和水温度与对应比焓值表

温度/℃	比焓/(kJ/kg)
30	125.66
35	146.56
40	167.45
45	188.35
50	209.26
55	230.17
60	251.09
65	272.02
70	292.97
75	313.94
80	334.92
85	355.92
90	376.94
95	397.99
100	419.06