



中华人民共和国国家标准

GB/T 30103.1—2013

冷库热工性能试验方法 第 1 部分：温度和湿度检测

Methods of testing for thermal performance on cold store—
Part 1: Temperature and humidity testing

2013-12-17 发布

2014-11-01 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

前 言

GB/T 30103《冷库热工性能试验方法》分为以下 3 个部分：

第 1 部分：温度和湿度检测；

——第 2 部分：风速检测；

——第 3 部分：围护结构热流量检测。

本部分为 GB/T 30103 的第 1 部分。

本部分由中华人民共和国商务部提出。

本部分由全国制冷标准化技术委员会(SAC/TC 119)归口。

本部分起草单位：国内贸易工程设计研究院、洛阳隆华传热科技股份有限公司、常州晶雪冷冻设备有限公司、浙江盾安冷链系统有限公司、北京市馨盾京西厨房设备有限公司、上海海洋大学、天津商业大学、集美大学、哈尔滨商业大学、烟台冰轮集团有限公司、大连冷冻机股份有限公司、上海市春晖风冷设备有限公司、济南一诺振华防腐保温工程有限公司、北京华能共发低温科技有限责任公司、保定欣达制冷空调工程有限公司、北京二商集团有限责任公司、北京华商冰山制冷空调成套设备有限公司、全国商业冷藏科技情报站、国家商用制冷设备质量监督检验中心。

本部分主要起草人：刘小朋、万锦康、肖杨、徐庆森、史建斌、张建一、郭皓、张力、曹阳、唐俊杰、申江、刘岩、贾富忠、倪黎敏、焦玉学、李文江、干苗根、顾众、仇子军、史玉成、李进栋。

冷库热工性能试验方法

第1部分：温度和湿度检测

1 范围

GB/T 30103 的本部分规定了各种类型冷库主要性能参数温度和湿度的检测方法。

本部分适用于各型冷库的所有冷间及制冷系统中温度和湿度分布、表面温度、环境温度、制冷剂温度、冷风机入出口温度和湿度的测定。

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 11605—2005 温度测量方法

GB 50072 冷库设计规范

SB/T 10795 强制通风与自然对流空气冷却器的试验方法(ANSI/ASHRAE 25-2001(RA2006), IDT)

ANSI/ASHRAE 41.1—1986 (RA2006) 温度测量的标准方法(Standard method for temperature measurement)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

干球温度 **dry-bulb temperature**

选用准确度合适的温度计对单一气体或混合气体的温度进行测量，并经过辐射修正后的指示值。

3.2

湿球温度 **wet-bulb temperature**

温度计的感温包裹有水浸湿棉芯，并有一定流速的空气吹过棉芯，水分汽化所吸收的热量与空气提供的热量达到平衡时，该温度计所指示的温度。

3.3

相对湿度 **relative humidity**

湿空气中水蒸气分压力与相同温度下水的饱和压力之比。用 RH(%)表示。

3.4

库内(冷间)温度 **temperature of cold storage room**

按 6.1.1 规定的各测量点上测得的铜质圆柱 4.1f) 内的温度。

3.5

库内(冷间)平均温度 **average temperature of cold storage room**

$t_c(\tau)$

同一时刻冷间各点温度的算术平均值。

3.6

库内(冷间)工作温度 **running temperature of cold storage room**

t_{in}

按 6.1.1 测量温度期间,不同时刻库内(冷间)平均温度 $t_c(\tau)$ 的算术平均值。

3.7

库内(冷间)平均温度波动值 **average temperature fluctuation of cold storage room**

$\Delta t_{\text{d}}, \Delta t_{\text{z}}$

按 6.1.1 测量温度期间,不同时刻库内(冷间)平均温度 $t_c(\tau)$ 的最大值 $t_{c,\text{max}}$ 及最小值 $t_{c,\text{min}}$ 与库内(冷间)工作温度 t_{in} 的差值。

3.8

库内(冷间)温度差值 **temperature difference of cold storage room**

$\Delta t_c(\tau)$

按 6.1.1 测量温度期间,同一时刻不同测点上的冷库温度 $t_c(i)$ 差值的最大值。

即:

$$\Delta t_c(\tau) = \{t_c(i, \tau)\}_{\text{max}} - \{t_c(i, \tau)\}_{\text{min}} \dots\dots\dots(1)$$

式中:

τ — 时间;

i — 测点编号。

3.9

库内(冷间)温度不均匀性 **temperature nonuniformity of cold storage room**

$\Delta t_{c,\text{max}}$

按 6.1.1 测量温度期间,不同时刻冷库温度差值 $\Delta t_c(\tau)$ 的最大值,

即:

$$\Delta t_{c,\text{max}} = \{\Delta t_c(\tau)\}_{\text{max}} \dots\dots\dots(2)$$

3.10

库内(冷间)平均温差 **average temperature difference of cold storage room**

Δt_{a}

按 6.1.1 测量温度期间,各测点(i 个测点)温度的总平均值的最高值与最低值的差值。

3.11

制冷机组工作时间系数 **relative running time**

在规定的条件环境和库内(冷间)温度条件下,在规定的时间内,机组运行时间与机组运行和停机时间之和的比值,即:

$$R = \frac{d}{D} \dots\dots\dots(3)$$

式中:

R — 机组工作时间系数;

d — 在规定的时间内,机组运行时间,单位为分或秒(min 或 s);

D — 上述规定时间内,机组运行和停机时间之和,单位为分或秒(min 或 s)。

3.12

空气冷却器 **air cooler**

以空气为中间介质,制冷空间与制冷剂进行热交换的换热器,是由热交换器等设备组成的装置。

3.13

强制循环式空气冷却器(冷风机) **forced circulation-type air cooler**

靠机械装置使空气循环的空气冷却器。

4 仪表

4.1 在测试温度时,宜采用下列一种或几种仪表:

- a) 热电偶;
- b) 铂电阻温度计;
- c) 热敏电阻温度计;
- d) 干湿表;
- e) 其他便于远传且满足测量精度的温度测量仪表。
- f) 库内(冷间)空气温度测量时采用热电偶,或者采用同等精度其他测温装置时,感温部分应放置在铜质圆柱中心内。圆柱的质量为 25 g,直径和高度均约为 15.2 mm。

4.2 在测试湿度时,宜采用下列一种或几种仪表:

- a) 电子湿度传感器;
- b) 通风干湿表;
- c) 其他便于远传且满足测量精度的湿度测量仪表。

4.3 温度测量仪表的要求可按照 ANSI/ASHRAE 41.1-1986(RA2006)中 4.3 的规定,湿度测量仪表的要求可按照 GB/T 11605—2005 的规定。温度和湿度测量仪表试验允差见表 1。

5 温度测量

5.1 使用玻璃温度计等非远置传感器应避免人体热量干扰。

5.2 温度测量应避免线路较长时,测量传输的干扰和温差。

5.3 用于库内(冷间)温度测量的传感器精度应满足以下要求:

- a) 热电偶、热电阻等单点式测温传感器 $\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- b) 红外测温仪(表面温度) $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- c) 红外热成像仪 $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

5.4 其他温度测量的传感器精度要求见表 1。

表 1 温度、湿度测量仪表试验允差和精度要求

测量项目	仪表分辨率	仪表准确度	推荐的测量操作时的单个读数允差(全部观察范围) ^a	推荐的试验工况允差(试验工况平均值与规定的试验工况的差) ^b	通常的测量范围
空气干球温度	$\pm 0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\pm 0.3\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$	$-30\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 60\text{ }^{\circ}\text{C}$
空气湿球温度	$\pm 0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\pm 0.2\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\pm 0.3\text{ }^{\circ}\text{C}$	$-30\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 32\text{ }^{\circ}\text{C}$
相对湿度 RH	$\pm 0.1\%$	$\pm 3\%$	$\pm 7\%$	$\pm 3\%$	20%~100%
水或非挥发性制冷剂温度	$\pm 0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\pm 0.2\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\pm 0.3\text{ }^{\circ}\text{C}$	$1\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 43\text{ }^{\circ}\text{C}$
挥发性制冷剂温度	$\pm 0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\pm 0.2\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\pm 0.3\text{ }^{\circ}\text{C}$	$34\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 121\text{ }^{\circ}\text{C}$

^a 这是对单个读数规定的推荐允差,此单个读数是在试验持续时间内用来求平均值的一系列读数的一个;

^b 推荐的各个试验工况平均值的允差范围。

6 温度和湿度的测量方法

6.1 库内(冷间)空气温度的测量

6.1.1 库内(冷间)空气温度场检测测点分布按下列方式进行布置:

- a) 顶部测点至装载线,底部测点离地 50 mm~100 mm,水平或垂直端部测点距墙面 50 mm~100 mm;
- b) 每一测量线上测点数量应为,每一水平方向最少 3 点,每一垂直方向最少 3 点;
- c) 如库内(冷间)温度场分布均匀(经红外设备等初测,温差 $\leq 2\text{ }^{\circ}\text{C}$),可减少测点布置,但某一水平或垂直方向不应少于 3 点,并能代表库内(冷间)最高温度点、平均温度点和最低温度点。

6.1.2 对于大中型冷库,受仪表测点数和检测工作量及堆货等限制,可适当拉开间距,将库内(冷间)空间划分为若干个立方体或长方体,测量各点温度,用以掌握库内(冷间)温度分布或求出平均温度。

6.1.3 对冷库空库平均温度也可根据 SB/T 10795—2012 中 7.2.8 在库体六个面的 8 个角布置 8 个测点,各测点离墙体(或装载线)50 mm~100 mm,如图 1 以 8 个测量值求取平均值代表库内(冷间)平均温度。

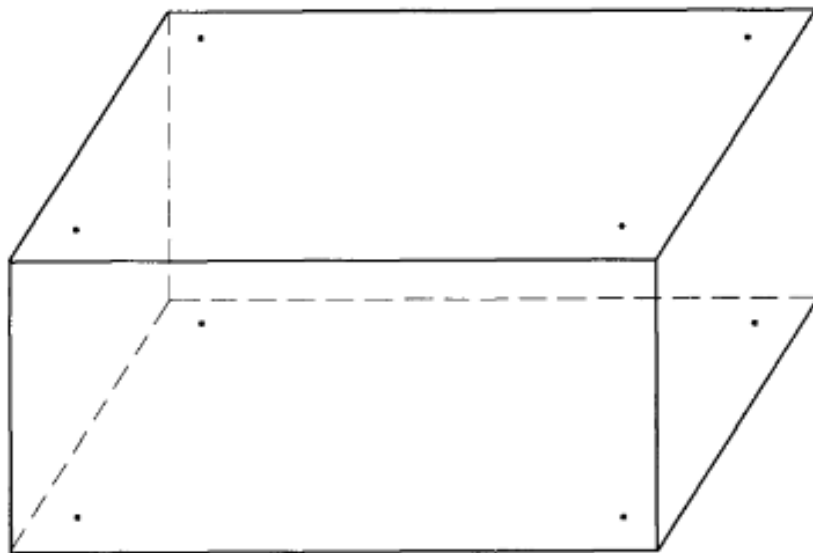


图 1 测点布置示意图

6.1.4 冷风机进出风温度的测量应通过采样器采集或直接多点测量。多点测量时,每侧测点数最少 3 点。冷风机温度测量可分为吸风式冷风机和吹风式冷风机,测点布置如下:

a) 吸风式冷风机

冷风机入口测点在距蒸发器外侧 100 mm 处的截面上均布;冷风机出口测点在距风机叶片外侧 100 mm 处的截面上,在轴心范围外,沿叶片长度方向均布,或插入外风道中心测量。根据需要布置温度测点,所布置测点对于平均值应具有代表性。

b) 吹风式冷风机

冷风机入口测点在距风机叶片外侧 100 mm 处的截面上,在轴心范围外,沿叶片长度方向均布;冷风机出口测点在距蒸发器外侧 100 mm 处的截面上均布,或插入外风道中心测量。根据需要布置温度测点,所布置测点对于平均值应具有代表性。

6.1.5 温度数据采集记录间隔应不大于 20 min,总时长不低于 36 h。宜采用连续自动记录方式,采取首尾温度最接近,最具有代表性的连续 24 h 数据,计算下列数据:

a) 库内(冷间)平均温度

$$t_c(\tau) = \frac{\sum_{i=1}^n t(i, \tau)}{n} \quad \dots\dots\dots(4)$$

式中:

τ ——时刻;

n ——布置在库内(冷间)温度测点总数。

b) 库内(冷间)工作温度

$$t_{cm} = \frac{\sum_{\tau=1}^N t_c(\tau)}{N} \quad \dots\dots\dots(5)$$

式中:

τ ——时刻;

N ——在 6.1.1 规定的试验时间内按一定时间间隔和顺序进行测量的总次数。

c) 库内(冷间)平均温度波动值

$$\Delta t_{ct} = t_{cmax} - t_{cm} \quad \dots\dots\dots(6)$$

$$\Delta t_{cz} = t_{cm} - t_{cmin} \quad \dots\dots\dots(7)$$

d) 库内(冷间)温度不均匀性

$$\Delta t_{cmax} = [\Delta t_c(\tau)]_{max} \quad \dots\dots\dots(8)$$

e) 库内(冷间)平均温差

$$\Delta t_m = \left[\frac{\sum_{i=1}^N t(i, \tau)}{N} \right]_{max} - \left[\frac{\sum_{i=1}^N t(i, \tau)}{N} \right]_{min} \quad \dots\dots\dots(9)$$

式中:

$t(i, \tau)$ ——库内(冷间)温度;

τ ——时刻;

i ——布置在库内(冷间)内温度测点;

N ——在 6.1.1 测量温度期间按一定时间间隔和顺序进行测量的总次数。

计算冷风机进出风多个温度测点的温度算术平均值。

根据冷风机进出风多个温度测点的温度算术平均值之差计算出冷风机进出风温差。

对于库内(冷间)某一温度分布的计算,可根据需要选取某一截面或部分测点数据,某一时段数据进行计算。

冷库有效装载区域内的温度和货品温度的测量数据和计算结果应能满足设计要求和货品储藏的要求。

6.1.6 大中型冷库环境温度也可采用上述测量温度点布置的方法,根据经验选择其温度值,相当于平均温度的特定代表点来表示。

6.2 表面温度的测量

6.2.1 表面温度测量范围包括围护结构顶板、端面、地坪表面温度。

6.2.2 测点布置,根据需要确定测点数量,库外各表面至少一个测点。

6.2.3 被测表面平整光洁。

6.2.4 为了避免气流干扰,需将热电偶插入被测表面下一定深度。安装热电偶时,在壁面凿开 5 mm 直径小孔,然后用黄油填满,把热电偶弯成 90°角插入,其余部分用胶带粘结于表面(参见 6.2.6)。

6.2.5 在表面难以凿孔时也可将热电偶用胶带粘贴于经清洁处理后的表面上,然后覆盖一块不小于

100 mm×100 mm 大小的接近于面层导热系数的薄膜。

6.2.6 为了减少热电偶本身传导的损失,应把一部分(约 50 倍热电偶直径)热电偶导线与等温表面接触。

6.3 挥发性制冷剂温度的测量

6.3.1 制冷剂测焓值法对比试验计算制冷剂焓差时,温度检测允许误差 $\pm 0.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

6.3.2 确定制冷剂的温度时,热电偶元件安装应采用将感温元件直接插入制冷剂,或者插入套管再将套管插入制冷剂流的方法,并可按下述推荐方法减少带温度套管时的测温误差:

- a) 套管选用导热系数小的材料;
- b) 增加套管长度,减少套管直径及壁厚;
- c) 增强套管与被测制冷剂对流换热,如用轻质油(如硅油)充满套管内,以获得良好的热接触;
- d) 套管外露部分保温。

6.3.3 在现场测试确定管道内制冷剂温度,感温元件不能插入管道时,或在非关键性部位测量时,可用胶布把热电偶与金属表面粘牢,或焊接在管道外表面,为了减少表面与环境之间温度差的误差(约有 10%误差),取 30 mm~50 mm 的热电偶导线与金属管壁紧密接触后,用长约 150 mm 或每侧 5 倍于管路直径(取大值)的隔热保温材料包扎好。如果热电偶在测量点处于电学上的接地,应采取措施消除测量点和测量仪表之间电位差引起的误差。

6.3.4 对制冷系统供液或回气道上的用热电偶粘贴于管壁方法测量制冷剂温度时,在管壁上、下方或相对平均分布的位置至少布置 2 个热电偶,取他们的平均温度代表制冷剂温度。

6.3.5 画出现场测点布置图,并标出位置编号,记录各种情况温度检测数据。

6.4 相对湿度测量

6.4.1 库内(冷间)空气相对湿度测量

库内(冷间)空气湿度测点宜选取库内(冷间)中点或根据需要布置。

6.4.2 冷风机进出风相对湿度测量

通过采样器采集或直接单点测量。单点测量时:

a) 对于吸风式冷风机

冷风机入口测点在距蒸发器中间外侧 100 mm 处,冷风机出口测点在距风机叶片长度中间外侧 100 mm 处,或插入外风道中心测量。

b) 对于吹风式冷风机

冷风机入口测点在距风机叶片长度中间外侧 100 mm 处,冷风机出口测点在距蒸发器中间外侧 100 mm 处,或插入外风道中心测量。

6.4.3 湿度测量传感器类型

空气温度在 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上,可采用通风干湿表或电子湿度测量传感器,空气温度在 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下宜使用电子湿度测量传感器,不宜使用干湿球法。

6.4.4 湿度测量传感器误差

湿度测量传感器误差 $\leq 3\% \text{RH}$ 。

6.4.5 数据记录

数据采集记录间隔应 $\leq 20\text{ min}$,总时长不低于 36 h。

宜采用连续自动记录方式。

7 报告

7.1 被测冷库的基本情况

应包括：

- a) 冷库概况,如类别、库容、围护结构、运行状况、年度耗电量等;
- b) 冷库制冷系统的流程图及技术特征;
- c) 主要设备清单及技术参数。

7.2 对于冷库的每一温区(冷间)

监测报告至少应包括以下内容:

- a) 库温及储存货物的名称和质量,对于多温库应当分别加以说明;
- b) 测点的布置图;
- c) 计算过程与计算结果;
- d) 原始数据应以附件或图表的形式作为报告的有效组成部分;
- e) 进行测试误差分析的结果;
- f) 测试、计算方案的说明,保证在出现复测需要时可以根据报告中的说明进行复测;
- g) 应给出是否符合 GB 50072 要求的说明;
- h) 根据客户要求给出是否符合设备额定值和特定要求的说明;
- i) 当测试过程存在本标准未加规定的、且影响测试、计算和最终结果的因素时,应在监测报告中详细加以说明。

7.3 仪器仪表

检测仪器仪表名称、型号、编号及校准有效期。
