



中华人民共和国国家标准

GB/T ×××××—××××

机械预冷设备通用技术要求与试验方法

General technical requirement and test method for mechanical

pre-cooling equipment

（征求意见稿）

20××-××-××发布

20××-××-××实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会

发布

目次

前言.....错误！未定义书签。

1 范围.....1

2 规范性引用文件.....1

3 术语和定义.....1

4 型式、型号和使用条件.....2

5 技术要求.....3

6 试验方法.....5

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的归口和发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由中国机械工业联合会提出。

本文件由全国冷冻空调设备标准化技术委员会（SAC/TC238）归口。

本文件起草单位：合肥通用机械研究院有限公司，

本文件主要起草人：

本文件为首次制定。

机械预冷设备通用技术要求与试验方法

1 范围

本文件规定了机械预冷设备（以下简称为“预冷设备”）的术语和定义、分类、技术要求和试验方法等要求。

本文件适用于果品、蔬菜、花卉、食用菌等生鲜农产品采后冷却以及包子、快餐等高温熟食快速冷却的机械预冷设备。

本文件适用于能够独立使用的机械预冷设备。

本文件不适用于由机械制冷系统供冷的冷库中的预冷库，但由预冷机组独立给某个预冷间提供环境条件的预冷系统例外。

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，仅所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 2934 联运通用平托盘主要尺寸及公差

GB 4208-2008 外壳防护等级（IP 代码）

GB 5226.1 机械电气安全 机械电气设备 第1部分：通用技术条件

GB/T 6070 真空技术 法兰尺寸

GB/T 9237 制冷和供热用机械制冷系统安全要求

GB 16798 食品机械安全卫生

GB/T 18430.1 蒸气压缩循环冷水（热泵）机组 第1部分：工业或商业用及类似用途的冷水（热泵）机组

GB/T 18430.2 蒸气压缩循环冷水（热泵）机组 第2部分：户用及类似用途的冷水（热泵）机组

GB/T 21145 运输用制冷机组

GB/T 21363 容积式制冷压缩冷凝机组

GB 22360 真空泵 安全要求

JB/T4330 制冷和空调设备噪声的测定

JB/T 6446 真空阀门

JB/T 7249 制冷与空调设备术语

3 术语和定义

JB/T7249中界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

预冷 precooling

被冷却物通过必要的装置或设施，迅速去除热量，使其尽快降低到适宜温度范围的操作过程。

3.2

生鲜农产品预冷 precooling of fresh produce

农产品采后在长途运输销售或储藏之前，通过必要的装置或设施，迅速去除田间热和呼吸热，使其尽快降低到适宜温度范围的操作过程。

3.3

冷风冷却 air cooling

通过冷空气与被冷却物进行换热而使其降温的一种冷却方法。

3.4

冷（冰）水冷却 water(ice) cooling

通过冷（冰）水与被冷却物进行换热而使其降温的一种冷却方法。

3.5

真空冷却 vacuum cooling

在真空状态下蒸发被冷却物部分水分而使其降温的一种冷却方法。

3.6

机械预冷设备 mechanical precooling equipment

利用冷风冷却、冷（冰）水冷却或真空冷却等冷却方式，使被冷却物从初始温度迅速降至所需要的终止温度，实现被冷却物预冷却的机械式冷却设备，一般由预冷机组和预冷箱组成。

3.7

预冷机组 precooling unit

由制冷系统、真空系统（如果有）、通风系统（如果有）、供水系统（如果有）以及控制系统组成的为预冷设备提供冷源的机组。

3.8

冷阱 cold trap

真空型预冷设备中一种依靠冷却壁面而使水蒸气冷凝的设备，又称捕水器。

3.9

预冷箱 precooling box

预冷设备的保温隔热维护结构，由隔热箱体及箱门组成。

3.10

预冷箱容积 volume of precooling box

预冷箱内所能容纳物体的体积，单位为立方米（m³）。

3.11

预冷终止温度 final temperature of precooling

预冷终止时被冷却物冷却至设定温度的值，单位为摄氏度（℃）。

3.12

预冷批处理量 processing capacity of precooling cycle

1个预冷周期内，预冷设备每批次能够处理的被冷却物的最大质量，单位为千克（kg）。

3.13

单位重量耗能量 energy consumption per unit weight

在规定的试验工况条件下，预冷设备将被冷却物冷却至终止温度时，单位被冷却物质量的耗电量，单位为kWh/kg。

4 型式、型号和使用条件

4.1 型式

4.1.1 预冷设备按预冷方式分为：

- a) 冷风预冷型（包括：强制通风预冷型和差压通风预冷型）；

- b) 冷（冰）水预冷型（包括：洒水式、喷雾式和浸渍式）；
- c) 真空预冷型。
- 4.1.2 预冷设备按结构型式分为：
 - a) 一体式：预冷机组与预冷箱为一个整体；
 - b) 分体式：预冷机组和预冷箱分离，通过管道连接。
- 4.1.3 预冷设备按有无加湿装置分为：
 - a) 加湿型：设置加湿装置，防止预冷过程中农产品过渡失水；
 - b) 不加湿型：不设置加湿装置。
- 4.1.4 预冷设备按安装方式分为：
 - a) 固定式；
 - b) 移动式。
- 4.1.5 预冷设备按使用气候环境（最高温度）分为：
 - a) T1 类：温带气候，最高温度 43℃；
 - b) T2 类：低温气候，最高温度 35℃；
 - c) T3 类：高温气候，最高温度 52℃。
- 4.1.6 预冷设备按被冷却物的温度范围分为：
 - a) 高温型：被冷却物初始温度 > 40℃；
 - b) 普通型：被冷却物初始温度 ≤ 40℃。

4.2 型号

预冷设备的型号表示方法由制造商自行确定，但型号中应能体现预冷箱的公称容积。

4.3 使用条件

在以下工作条件下，预冷设备应能正常工作：

- a) 对于高温型，被冷却物的初始温度在 100℃ 以下；对于普通型，被冷却物的初始温度在 40℃ 以下；
- b) 环境温度范围：
 - T1 类：环境温度 ≤ 43℃；
 - T2 类：环境温度 ≤ 35℃；
 - T3 类：环境温度 ≤ 52℃。
- c) 工作场所空气中无导电尘埃、爆炸性气体及腐蚀性气体，无大量高温蒸汽和油蒸汽；
- d) 工作电源电压波动不超过额定电压的 10%。

5 技术要求

5.1 一般要求

- 5.1.1 预冷设备应按经规定程序批准的图样和技术文件制造，或按供需双方的协议制造。
- 5.1.2 预冷箱体应具有足够的强度及刚度，正常工作时不得变形，内表面应平整，其结构形状应易于清洁消毒，以免发生污染。移动式箱体尺寸应符合公路运输要求。
- 5.1.3 预冷箱体的结构应利用排水，排水应畅通，避免水在预冷箱内部的聚集。
- 5.1.4 预冷设备的表面应光洁平整，不应有明显的碰伤、划伤、凹凸不平及翘曲现象。外露件及外露结合面的边缘应整齐，不应有明显的错位。
- 5.1.5 预冷设备的涂漆和喷塑层及经表面处理的零件应平整光滑、色泽均匀，无明显的划痕、污浊、流痕、起泡、起层、锈蚀等缺陷。
- 5.1.6 预冷设备标牌、操作标牌的文字及图案清晰、安装牢固、位置正确。

5.2 零配件及装配要求

- 5.2.1 若预冷设备的制冷系统采用容积式制冷压缩冷凝机组，其性能及相关参数应符合 GB/T 21363 的要求；若采用运输用制冷机组，其性能及相关参数应符合 GB/T 21145 的要求；若采用冷水机组，其性能及相关参数应符合 GB/T 18430.1 和 GB/T 18430.2 的要求。
- 5.2.2 真空预冷设备真空系统采用的阀门应符合 JB/T 6446 的规定，法兰应符合 GB/T 6070 的规定。
- 5.2.3 电气系统应符合 GB 5226.1 的要求。布线应整齐美观、固定可靠。连接导线绝缘且均为阻燃材质。导线连接应经接线端子或压线端子进行连接，且连接牢固，不得松动。
- 5.2.4 预冷设备的各零配件的安装应牢固可靠，管路与零部件不应有相互摩擦和碰撞。管路连接应合理、排列整齐、安装牢固、无明显变形，确保运转时无明显振动。
- 5.2.5 预冷箱门应开闭平稳，锁紧机构应工作可靠。
- 5.2.6 预冷箱体内应安装采用 LED 或者其他冷光源的防爆照明装置。
- 5.2.7 预冷箱体内应设置有温度记录仪，记录环境温度和生鲜农产品内部温度。记录生鲜农产品温度的探头应为针状或者其他易于测试的形状。
- 5.2.8 预冷箱体内放置的托盘宜采用 1200mm×1000mm 与 1100mm×1100mm，其主要规格尺寸参数应符合 GB/T 2934 联运通用平托盘主要尺寸及公差的要求。
- 5.2.9 预冷箱体内放置的预冷筐尺寸要求应和托盘尺寸相适应，压差预冷时开孔设计应符合相关要求。

5.3 性能要求

5.3.1 运转

按 6.3.1 方法试验，预冷设备运转时所测得的电流、电压、输入功率等参数应符合设计要求。

5.3.2 密封性

- 5.3.2.1 预冷设备的气路、液路及润滑系统不应有泄露。
- 5.3.2.2 预冷设备的机械制冷系统各部分不应有制冷剂泄漏。
- 5.3.2.3 冷风预冷设备的预冷箱在内外压差为 (100 ± 10) Pa 的条件下，其漏气倍数应不大于表 1 的规定。

表 1 漏气倍数表 单位： h⁻¹

预冷箱体传热面积 m ²	漏气倍数 <i>L</i>
>40	3.0
20~40	3.8
<20	6.3
注：预冷箱体传热面积 $A = \sqrt{A_i \times A_o}$ ，其中 A_i 为箱体内部表面积， A_o 为箱体外表面投影面积。	

- 5.3.2.4 真空预冷设备的真空预冷箱静压泄漏率应不大于 0.2Pa·m³/s。

5.3.3 隔热性

按 6.3.3 方法试验，当预冷设备的预冷箱平均壁温达到设定值，且预冷箱内、外温差不小于 20℃的条件下，其总传热系数应不大于 0.6W/(m²·℃)。

注：预冷箱平均壁温规定为预冷箱内、外温度的算术平均值。

5.3.4 空载降温性能

按 6.3.4 方法试验,对于冷风型预冷设备,预冷箱体内空气降至 0℃时所用时间应不大于 10min;对于真空型预冷设备,冷阱冷却到-10℃时所用时间应不大于 10min,无冷阱预冷设备无此要求。

5.3.5 满载降温性能

在 6.1.1 规定的试验条件下,按 6.3.5 方法试验,预冷设备满载时,高温型预冷箱体内冷却介质的温度降至 25℃时所用时间应不大于 15min;普通型预冷箱体内冷却介质的温度降至 2℃时所用时间应不大于 30min。

5.3.6 真空预冷箱空载解除真空复压时间

按 6.3.6 方法试验,真空型预冷设备,空载时真空预冷箱解除真空复压时间应不大于 5min。

5.3.7 噪声

预冷设备正常工作过程中,其噪声声压级应不大于 80dB(A)。

5.4 安全要求

5.4.1 预冷设备应有可靠的接地装置和 PE 端子,并有明显的接地标志。保护连接电路应符合 GB5226.1 的要求。

5.4.2 动力电路导线和保护接地电路间施加 500 V(d.c)电压时,测得的绝缘电阻应不小于 1 MΩ。

5.4.3 电气设备的所有电路导线和保护接地电路之间应经受至少 1 s 时间的耐压试验。

5.4.4 预冷设备电气柜防护等级应不低于 GB 4208-2008 中的 IP44。

5.4.5 为保证人身和生产安全,涉及安全的控制单元应采用安全控制回路。安全控制回路原则上应采用不大于 36V 的安全电压。

5.4.6 预冷设备的机械制冷系统应符合 GB/T 9237 规定。

5.4.7 预冷设备配套采用的真空泵应符合 GB 22360 的安全规定。

5.4.8 应在易见和需要的部位,用不易消失的办法,标出安全标识(如接地标识、零线标识、警告标识等)。

5.4.9 真空预冷设备的真空预冷箱应有足够的强度和刚度要求,抽气至 0.6kPa 时箱体表面中心部位变形量不大于箱体长度的 2%,复压后变形应恢复。

5.4.10 当有操作人员在箱内维护时,必须有阻止箱门关闭的安全装置,并在说明书中告知。

5.5 卫生要求

5.5.1 预冷设备中直接与生鲜农产品接触的零部件或部位应符合 GB 16798 的有关规定,并不得增加新的污染。

5.5.2 预冷设备中预冷箱的密封部位应采用食品级的密封件,箱体结构的设计应避免积水。

5.5.3 真空型预冷设备采用真空泵(油泵)作为抽真空主机的,在泵口应安装真空截止阀,以免真空泵停泵时返油污染物料。

5.5.4 真空型预冷设备的复压进气口应有过滤装置。

6 试验方法

6.1 试验条件

6.1.1 预冷设备满载降温试验条件应符合表 2 的规定。

表 2 满载降温试验条件

产品类型			冷风预冷型	真空预冷型	冷（冰）水 预冷型
环境条件	温度		30℃±2℃		
	相对湿度		≤85%		
预冷介质	类型		水		注 ^a
	温度	高温型	>85℃		
		普通型	40℃±2℃		
	用量	高温型	150kg/m ³ （ <i>V</i> ^b ）、暴露面积 4m ² /m ³ （ <i>V</i> ）		
		普通型	150kg/m ³ （ <i>V</i> ^b ）、暴露面积 2m ² /m ³ （ <i>V</i> ）		
预冷介质容器	高度		100mm±10mm		
	堆码方式		交错式，确保容器敞口满足暴露面积的要求		
^a 冷（冰）水预冷型预冷设备的试验条件由制造商和用户协商确定。					
^b <i>V</i> 为预冷箱的容积。					

6.1.2 仪器仪表规定如下：

- a) 试验用仪器仪表应经法定计量检验部门检定合格，并在有效期内；
- b) 试验用仪器仪表的型式及准确度应符合表 3 的规定。

表 3 仪器仪表的型式及准确度

类别	型式	准确度
温度测量仪表	铂电阻温度计、水银玻璃温度计	±0.1℃
	热电偶	±0.5℃
制冷剂压力测量仪表	压力表、变送器	测量压力：±2.0%
空气压力测量仪表	气压表、气压变送器	静压差：±2.45Pa
电量测量仪表	指示式	0.5 级精度
	积算式	1.0 级精度
转速仪表	机械式、电子式	测定转速的±1.0%
质量测量仪表	—	测定质量的±1.0%
时间测量仪表	秒表	测定经过时间的±0.2%
噪声测量仪	—	I 级或 I 级以上的精密级声压计

6.2 试验要求

- 6.2.1 预冷设备所有试验应按铭牌上规定的工作参数进行。
- 6.2.2 分体式机组的预冷机组与预冷箱之间连接管应按设计推荐管长进行试验。隔热和安装要求按产品说明书进行。

6.3 试验方法

6.3.1 运转试验

每台预冷设备装配完成后, 均应做运转试验, 空载且连续运转时间不少于1h, 检查预冷设备运转状况, 预冷设备运转时所测得的电流、电压、输入功率等参数应符合设计要求。

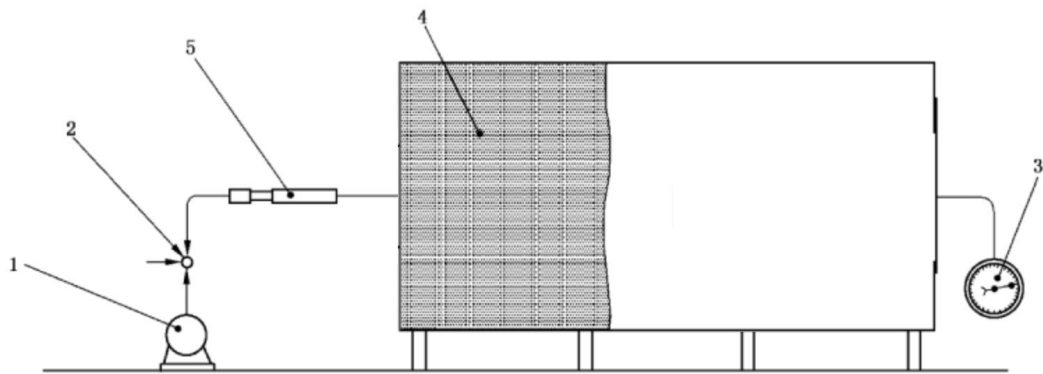
6.3.2 密封性能试验

6.3.2.1 预冷设备的气路、液路及润滑系统可采用下列方法进行密封性检查: 将肥皂水或洗涤剂涂抹在气动、液路元件的密封件和管路连接处, 观察是否漏气; 或用脱脂棉在润滑系统的密封件和管路连接处周围轻轻擦拭, 观察脱脂棉上是否有油渍。

6.3.2.2 预冷设备机械制冷系统在正常的制冷剂充灌量下, 使用灵敏度大于等于 $1.0 \times 10^{-5} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ 的电子式检漏检测仪进行检测。

6.3.2.3 预冷箱漏气倍数按以下方法确定:

- a) 试验装置如图1所示。将预冷箱密封之后, 对其加压, 待预冷箱内压力达到设定值且保持恒定5min后, 采用流量计测定预冷箱的漏气量。



1—通风机或者空压机; 2—阀门; 3—压力表; 4—预冷箱; 5—流量计

图1 泄露试验装置

- b) 预冷箱漏气倍数按公式（1）和公式（2）计算:

$$L = \frac{V_{L,s}}{V} \dots\dots\dots (1)$$

$$V_{L,s} = \frac{P_0 T_s}{P_s T_0} V_L \dots\dots\dots (2)$$

式中:

- L —— 预冷箱漏气倍数, 单位为漏气倍数每小时 (h^{-1});
 $V_{L,s}$ —— 标准状态下的漏气量, 单位为立方米每小时 (m^3/h);
 V —— 预冷箱的容积, 单位为立方米 (m^3);
 V_L —— 流量计实测的漏气量, 单位为立方米每小时 (m^3/h);
 P_0 —— 试验时空气的绝对压力, 单位为帕 (Pa);
 T_0 —— 试验时空气的绝对温度, 单位为开尔文 (K);
 P_s —— 标准状态下大气压力, 取 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$;
 T_s —— 标准状态下空气绝对温度, 取 293.15 K 。

6.3.2.4 真空预冷箱静压泄漏率按以下方法确定:

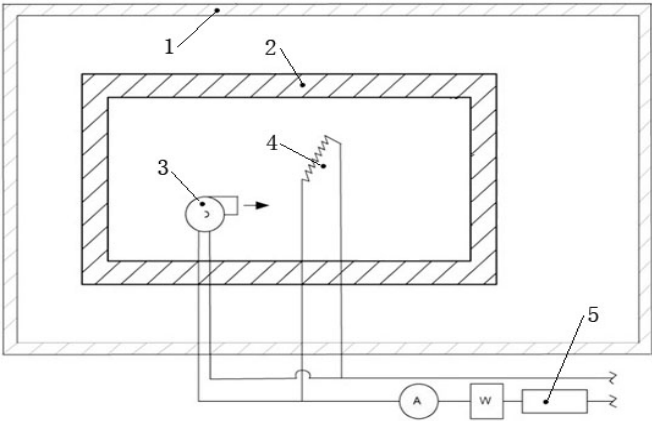
关闭真空预冷设备的真空预冷箱门, 启动真空系统, 当压力达到 0.6 kPa 时, 关闭真空泵和阀门, 5 min 后记录起始真空压力 P_1 , 再 10 min 后记录终止真空压力 P_2 , 按公式（3）计算真空预冷设备预冷箱的静压泄漏率。

$$q = \frac{(P_2 - P_1) V}{600} \dots\dots\dots (3)$$

式中：
 q ——静压泄漏率，单位为帕立方米每秒（Pa·m³/s）；
 P_1 ——起始压力，单位为帕（Pa）；
 P_2 ——10min 后的终止压力，单位为帕（Pa）；
 V ——预冷真空箱的容积，单位为立方米（m³）。

6.3.3 隔热性能试验

6.3.3.1 当预冷箱的横截面不超过 3m×3m 时，隔热性能试验装置如图 2 所示。预冷箱应安装在有一定尺寸的量热计外壳内，在预冷箱的各侧面、顶面和底面留有适当的空隙，以确保空气温度的均匀性。



1—量热计；2—预冷箱；3—通风机；4—加热装置；5—输入功率调节

图 2 隔热性能试验装置

- 6.3.3.2 当预冷箱的横截面超过 3m×3m 时，预冷箱可以不置于图 2 所示的量热计中，但应置于遮阳和无其他热源影响的室内或同等条件的自然环境。
- 6.3.3.3 在预冷箱内安装一台加热设备，加热设备应予以屏蔽，或采用其他方法，以防止对量热计壁或任何测温仪表的热辐射。
- 6.3.3.4 量热计室的内表面应采用无孔材料，全部接缝必须密封。
- 6.3.3.5 如有需要，应在预冷箱内安装通风机（如图 2 所示），使预冷箱内空气循环并保持稳定状态。
- 6.3.3.6 用来测量预冷箱外四周环境空间温度的仪表按图 3 布置，预冷箱外温度测点分布在预冷箱的外表面中心位置向外 150mm，共布置 6 个测点。
- 6.3.3.7 用来测量预冷箱内环境空间温度的仪表按图 4 布置，预冷箱内温度测点分布在预冷箱的各个表面向内 1/4 长、1/4 宽、1/4 高的位置，共布置 8 个测点。
- 6.3.3.8 用以测量的温度敏感元件必须予以屏蔽以防热辐射和防止潮气影响测量。

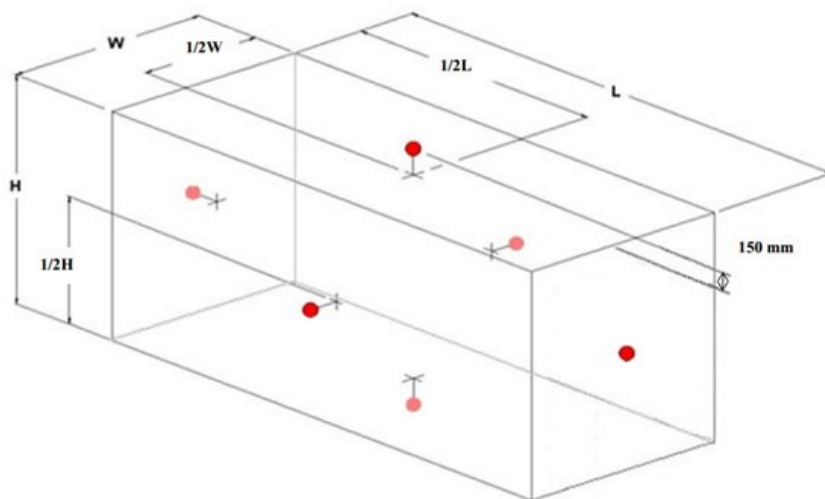


图 3 预冷箱外环境温度测点示意图

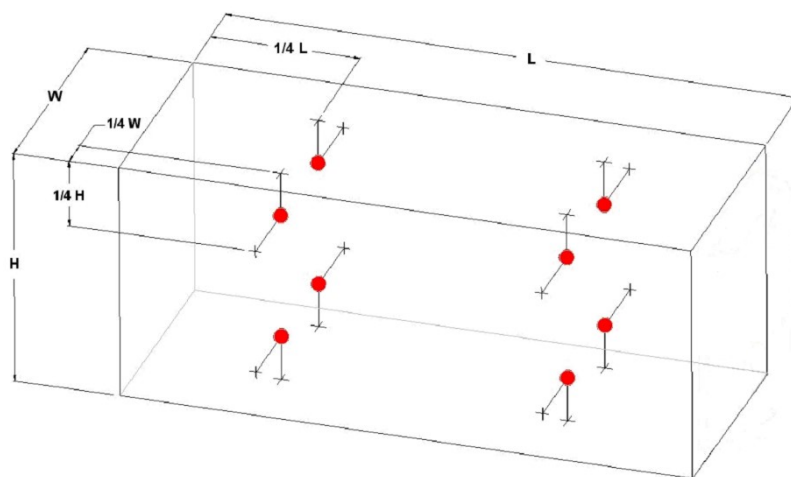


图 4 预冷箱内部温度测点示意图

6.3.3.9 隔热性能试验用以确定预冷箱的总传热系数，试验程序如下：

- a) 关闭所有量热计、预冷箱的开口；
- b) 按 6.2.2.5 和 6.2.2.6 的要求布置温度测点；
- c) 用电加热加热预冷箱，使置于量热计中预冷箱的平均壁温达到 $20^{\circ}\text{C}\sim 25^{\circ}\text{C}$ ，或者置于外环境中预冷箱的平均壁温不高于 35°C ，且预冷箱内平均温度至少高于预冷箱外环境平均温度 20K 以上。系统应在此状态下运行和维护至少 5 小时；
- d) 当预冷箱内外温度达到稳定状态（各温度测点满足表 2 要求）后，应每隔 15 分钟记录一次温度数据，并应在两小时内连续完成 9 次温度数据测量。

表 2 稳定状态的温度要求

温度读数		温度偏差/ $^{\circ}\text{C}$
预冷箱外环境温度	测点间最大温差	2.2
	平均温度波动	± 1.1
预冷箱内温度	测点间最大温差	1.4
	平均温度波动	± 0.6

- e) 在测量温度数据的两小时内,同时测量标定箱内加热设备、风扇电机和其他杂项设备的总输入功耗。
- f) 预冷箱的总漏热系数由公式(4)~公式(6)计算得出:

$$K = \frac{Q_c}{A \times (\bar{T}_i - \bar{T}_o)} \dots\dots\dots (4)$$

$$A = \sqrt{A_i \times A_o} \dots\dots\dots (5)$$

$$Q_c = E/t \dots\dots\dots (6)$$

式中:

K ——总漏热系数,单位为瓦每平方米摄氏度 ($W/(m^2 \cdot ^\circ C)$);

Q_c ——预冷箱加热量,单位为瓦 (W);

A ——预冷箱的传热面积,单位为平方米 (m^2);

$\bar{T}_i$ ——预冷箱内平均温度,单位为摄氏度 ($^\circ C$);

$\bar{T}_o$ ——预冷箱外环境平均温度,单位为摄氏度 ($^\circ C$);

A_i ——预冷箱的内表面积,单位为平方米 (m^2);

A_o ——预冷箱外表面的投影面积,单位为平方米 (m^2);

E ——预冷箱加热器、风扇电机和其他设备所消耗的电能,单位为瓦时 ($W \cdot h$);

t ——时间,单位为小时 (h)。

6.3.4 空载降温试验

6.3.4.1 对于冷风型预冷设备,按照图3和图4在预冷箱的外部 and 内部布置温度测点,预冷箱在常温条件下放置一段时间,使预冷箱内的温度趋于稳定。在预冷设备空载状态下,开启制冷机组,当预冷箱内部的空气平均温度冷却到 $0^\circ C$ 时,记录所用时间。

6.3.4.2 对于真空型预冷设备,在预冷设备空载状态下,开启制冷机组,当设备冷阱冷却到 $-10^\circ C$ 时,记录所用时间。

6.3.5 满载降温试验

6.3.5.1 按表2中的试验条件设置和布置预冷介质。

6.3.5.2 温度传感器布置:以最下层的预冷介质容器为基准,向上每间隔2个容器设立一个温度测点,以最左侧预冷介质容器为基准,向右每间隔2个容器设立一个测点。

6.3.5.3 在预冷设备满载状态下,关闭预冷箱,启动预冷设备,当预冷箱内部的预冷介质平均温度冷却到冷却终温时,记录所用时间。

6.3.6 空载解除真空复压时间

真空型预冷设备空载时,当真空预冷箱压力降至 0.6 kPa 时关机并打开充气阀门,开始计时,当真空预冷箱内压力升到环境大气压时,停止计时,记录所用时间。

6.3.7 噪声

预冷设备的噪声按 JB/T 4330 规定的方法进行测量。

6.3.8 电器安全试验

6.3.8.1 检查接地装置,按 GB 5226.1 的规定测量预冷设备的接地电阻,应符合 5.4.1 的规定。

6.3.8.2 用绝缘电阻表按 GB 5226.1 的规定测量其绝缘电阻值,应符合 5.4.2 的规定。

6.3.8.3 用耐电压测试仪按 GB 5226.1 的规定进行耐电压试验,应符合 5.4.3 的规定。

6.3.9 真空预冷箱机械强度试验

关闭预冷设备真空预冷箱门，抽真空至 0.6kPa。用直尺测量箱体每一面中心部位的加强筋表面内凹变形量，箱体强度与刚度应符合 5.4.9 的规定。
