

测试  
设备

# 对称式低温湿热试验箱的设计经验

机械工业部上海电器科学研究所(上海 200063) 唐廷甫

**摘 要** 介绍作者设计的对称式低温湿热试验箱具有节能、美观及操作方便等优点,对如何提高试验箱的绝热、保湿、绝缘以及防止渗漏等几个技术关键采取了有效措施,并运用计算机技术设有程序显示及手动操作等二套控制装置。

**关键词** 低温湿热试验箱 对称式风道 整体并装结构 聚胺酯保温层 现场发泡工艺

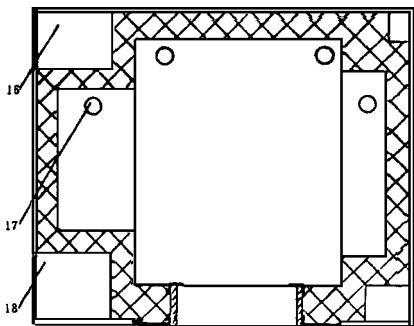
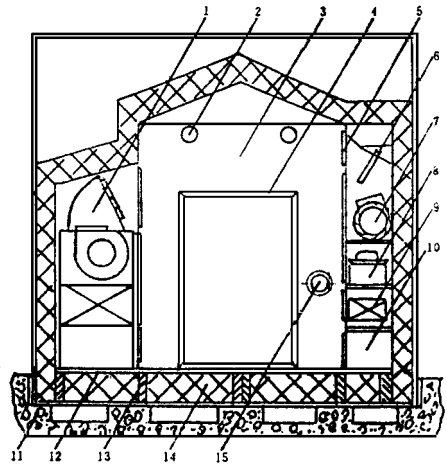
中图法分类号 TG174.3

作者从事气候环境试验多年,从各国进口的高低湿、湿热试验箱(室)的结构来分析比较,多数都采用单风道形式,即从一个方向送风,对内部的发热或致冷设备都要吸取能量,使冷量损耗较大,很不经济,尤其对大型室体的组装结构一般都采用偏心钩模板的并装结构,其内壁接缝处均采用密封胶填封,这样使用日久,也会泄漏能量,于是对密封绝热也都存在一些问题。作者在接受×××研究所的(注)12米<sup>3</sup>低温、湿热试验箱设计时,采用整体式现场发泡工艺,并设计成对称式风道,使低温、湿热各自形成独立的工作系统,经济实用,达到了一室二用(低温试验-40与湿热试验4D<sub>b</sub>)的技术要求,这种设计格式属国内首创。

注:×××研究所—指邮电部上海第一研究所

## 一、前言

我国设计制造的湿热试验箱已从双循环系统(夹套风道与主风道)向单循环方向(主风道)发展,这样不仅减轻了能耗,而且还节省了场地与投资,比较从国外进口的湿热试验箱及高低温试验箱都几乎全是采用一个风道设计,这样从一个方向输送来的能源,通过发热器及冷热交换器后,就有一部分能量被上述这些附加设备吸取了,而其真正被输入



低温湿热试验箱示意图

- 1. KL-30 冷凝器 2 室内照明 3 室内体 4 双层门框
- 5. 湿热进风口 6 电加热器 7 贯流风机 8 离心加湿器
- 9. 冷凝挥发器 10 湿热回风口 11 地垄 12 底座
- 13. 绝缘柱 14 保温层 15 测量孔 16 工具室
- 17. 排水管 18 计算机房

试验室内的能量只是被吸取后的剩余能量,而且还增加了输送能量时的阻力。根据粗略计算,从单一方向送风要损耗约20%~30%能量,也就是说采用单风道形式的能量最大利用率只有70%~80%,很不经济。我在接受×××研究所委托设计12米<sup>3</sup>低温湿热试验室时,就采用了对称式风道,效果显著,达到了既减少它的能耗及阻力,又增加了试验室的美观。其设计的主导思想是在湿热试验室的基础上,在其对侧加装了一台K-30型的冷凝蒸发器,并在两侧都加装检修封板,使它形成一个完整的试验室体,如上图所示。

在运行时,它分别由两套机组控制,各施其职,并由微机电脑打印,数字显示。其温度范围为-40~+65,相对湿度为RH95±3%,其升降温速率及控制精度均满足GB 2423,4D。交变湿热试验方法与GB 24231低温试验方法的技术要求。对该试验设备的功能要求,可分别按GB 5170的湿热试验箱及高低温试验箱的技术条件进行考核,并已通过鉴定验收。

## 二、设计步骤

根据×××研究所提出的本试验室有效容积为:长2米×宽2.4米×高2.5米=12米<sup>3</sup>,技术条件为温度范围-40~+65及其相应的加湿量来进行设计计算,根据计算来确定各功能设备的最低容量,并加以修正,再根据各功能设备所占有的平面面积来确定本试验室的实用面积,再加上保温层厚度及其余量,来确定试验室的占地面积为宽3.5米×长3米。本试验室的高度,按室体主顶高(尖顶高度)尺寸,再加上底座,顶部的保温层厚度及余量约为3.2米,而实际上本试验室的二侧机房高度并不很高,约2~2.4米,但为了美观,本试验室的外型尺寸为宽3.5米×长3米×高3.2米,外表采用涂塑装饰板,并装镶铝合金装饰嵌条,使外型美观。

## 三、结构与工艺

低温试验室的结构设计远较一般湿热试

验室设计复杂,尤其是门框及底座是主要的技术关键。为了克服导冷,故要求本试验室不仅完全密封,而且还要求本试验室的内外层完全隔绝。因为本试验室采用不锈钢结构,于是就不能象建造湿热试验室那样可以采用整体焊接,以增加强度。同时根据调研,为了提高冷量效率及精度,又不能采用造不锈钢冷库那样的并装结构,因为不锈钢冷库一般都采用偏心钩模板的滑块并装,其内壁接缝处,尽管采用密封胶填封,但使用日久,总要泄漏,且其内外壁间也不完全隔绝导冷,尽管它可以采用现成的标准复合模板来并装,可节约造价,但精度不高。为了求得本试验室质量,于是采用了分体制造,现场发泡,整体绝热、绝缘,使冷量无法向外遁逃。于是在施工过程中先做好底座及发泡,再竖门框,最后并装焊接连成整体,经角钢加固后,再整体喷型,现场发泡,以确保绝热良好。由于本试验室门框较大,(1.2米×1.8米),内门框就要求做成凸凹形,可衬以二付密封条,以求密封良好。又为了绝热,就要求内外门框用厚环氧玻璃布板完全隔绝,并与门很好地进行匹配,使门关上后二个密封条紧贴门边框,使其高度密封,并确保其密封绝热可靠。同理,对底座要求也要用高强度的环氧玻璃布柱体支撑,使上下底层也完全隔绝,中间再填喷发泡绝热层。该底座的内底板分别用厚环氧玻璃布板、硬橡皮及不锈钢板三层紧固,为求美观及使排水畅通,本试验室的底座先置于地垄上,地垄深约30毫米,待底座放置后再用水平校准固定,然后在不锈钢的底板上烧焊壁体及内门框,最后烧焊尖顶,并要求确保氩弧焊焊接工艺优良,焊接时要克服过热而引起变形,待内壁完成后,再点焊角钢支撑筋加固后,再喷涂阻燃型的聚胺酯发泡塑料作绝热层,其最少厚度约200毫米。本试验室的外骨架分别连接外门框及下底座,使其与内壁完全隔绝,在外骨架上再敷设涂塑钢板及铝合

金装饰嵌条,使外表不留接缝,并充分利用本试验室左侧机房的二端空间位置(18,16)分隔成两个小室,分别安装计算机及检修工具。本试验室的测量孔分别用 $\Phi 100\text{mm}$ 、内壁厚 $10\text{mm}$ 的环氧玻璃布套管车制,并配以尼龙闷帽,达到密封可靠、绝热良好的目的。试验室正面装着两只新型 $100\text{W}$ 的封闭式防潮灯,可供室内照明。建成后的本试验室具有新型、实用、美观等优点,获得了与会代表的一致好评。

#### 四、本试验室的工作原理

本试验室的工作原理为对称式风道,室体右侧为湿热试验功能,内设致冷挥发器、离心加湿器、贯流风机、电加热器及引流挡板,上下端设可拆式不锈钢网板,用来作为进风口和回风口的循环通道,中部为可拆式不锈钢封板,以便于检修,其补湿系统及辅助水箱均设在室体背面的右侧,由二台半封闭式的JZF系列压缩冷凝风冷机组,供给湿热试验的致冷元件(冷凝器),进行去湿及降温,效果良好,单机使用就可使室体温度降到 $0\sim 5$ 。室体左侧为低温试验功能,风道内置一台KL-30型的冷凝挥发器,上下二端也为可拆式不锈钢网板,中部为不锈钢封板,借KL-30挥发器上二台离心风机来进行工作,使冷气输入室内,它与室体背部的一台SD型的低温机组相连接,在1.5小时内,使室体的温度下降到 $-40$ 以下。室体地面共置有四个排水孔,分别供机房及室内排水,并直接进入地垄下的下水道,以保持试验室内整洁。在门框右侧离地面 $80\text{cm}$ 高度,置二根直径为 $100$ 毫米的环氧玻璃布套管,作测量孔,外置二个尼龙闷帽,内穿二束绝缘导线,

以确保密封可靠,绝缘良好。

本试验室在操作运行时,如果要进行湿热试验时,试验室左面不工作,湿热能源由右侧风路输入室内进行湿热循环。同理,如果要进行低温试验时,试验室右面不工作,冷气由左侧风路输入室内,进行致冷循环,二套机组各不相干,均能独立地完成湿热试验方法与低温试验方法的二个使命,且能量损耗很少,冷机的冷量得到充分利用,其室内的温湿度控制,分别由计算机及常规仪表二套装置,自动地进行数字显示或打印。

#### 五、结 语

(1)本试验室的优点是采用对称式风道后,提高了冷量效率,可以根据需要各自完成湿热试验或低温试验,也可以进行湿热低温的综合试验,具有多功能试验特点,属国内首创,且操作简便,维护方便。

(2)本试验室结构合理,造型美观,能充分利用试验室空间,且采用地垄结构,使试验室重度稳定,节约造价,也便于排水。

(3)由于试验室底座置于地垄上(即有一部分底座埋入地下),不仅便于排水,重度稳定,其试验室内地平离地只有 $100$ 毫米高度,若有重物进入试验室时,只要在试验室门口置一个 $1:50$ 的移动式斜坡,可把重物沿斜面推入室内,就不必设置起重设备或轻便铁规。

(4)本试验室的所有部件、设备,均采用国产标准件,便于互换,也便于维修。

(5)本试验室采用程控及手动二套装置,并均能独立地进行工作,一只计算机在试验中途发生故障,可立即进行互换,使手动常规仪表进行控制,也不影响试验结果。

Experience of Designing Symmetry Low Temperature and Damp Heat Testing Chamber  
(Shanghai Electric Apparatus Research Institute, Shanghai 200063)

Tang Tingpu

收稿日期:1996-04-12