

玻璃钢低温容器*

玻璃钢低温容器研究小组

(中国科学院物理研究所)

目前广泛采用的实验及储运液化气体的低温容器玻璃的和金属的不能满足某些特殊需要,为此,我们试制成功了环氧玻璃钢液氮杜瓦容器,用以贮存液氮也取得较为满意的结果。经过一年来的实际应用,证明该 75 立升玻璃钢液氮杜瓦容器性能良好。

采用玻璃钢作为杜瓦容器的材料,不仅克服了玻璃杜瓦瓶脆弱、易碎的缺点,而且具有金属材料无可比拟的优点:玻璃钢是一种优良的电气绝缘材料,它不受电磁的作用,不反射无线电波且微波透过性能良好;它的导热系数小,因而它不但在低温下产生的热应力

要比金属小的多,而且可以大大减小低温设备的固体漏热;它的比重小(只有钢铁的 1/4—1/5),强度高(其比强度,即材料的抗拉强度/比重,可超过高级合金钢及铝合金),成型工艺简单,对于形状复杂的曲面及产品少或不易定型的产品,这一优点尤为重要;同时玻璃钢原料来源丰富,成型方便,成本低,如能机械生产,不但经济合算,而且可节约目前广泛用做低温容器结构材料的贵重金属(铜、铝、不锈钢)。探索工程塑料在低温领域内的多种应用不仅是低温技术发展的需要,也给工程塑料应用开拓了新的领域。

下面以最初研制的 2.5 立升液氮杜瓦瓶(如图 1 所示)为例作一简单介绍。

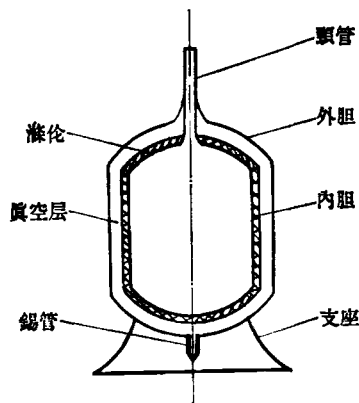


图1 2.5升环氧玻璃钢液氮杜瓦瓶

一、成型前的准备工作

玻璃钢材料能否在低温下保持良好真空密封性能,具有一定的冲击韧性及低的放气速率,是能否作为低温容器结构材料的关键。这将依赖于原材料的选取,树脂胶液的配制,成型工艺,固化制度等诸因素。

玻璃钢的树脂系统原料的选择、配方,不仅要使得产品具有良好的冲击韧性,而且要使胶液具有适宜的浓度以便于操作,利于胶层均匀,减少气泡,避免应力集中。增强材料要选用成型性能好,对胶液浸润性好,粘附力强,老化性能好的玻璃纤维布。

模具形状的设计不仅要考虑使用要求,容器的合理结构,也要考虑到成型的方便,脱模的便利,尽量使得不同曲面衔接部位过渡缓慢、平滑,模具材料可根据制模条件的便利

* 1972年2月15日收到。

选用。我们采用的内模是由铸铝加工的。

根据模具的大小形状,首先确定采用那种适宜的绕制方式,然后将玻璃布裁剪成一定宽度的布带,并烘烤以便除去吸附的水汽等。

脱模剂我们选用了醋酸纤维素溶液,先用石膏将模具表面修理平整、光滑,再涂上“东风牌”汽车蜡,最后均匀涂几层脱模剂,成模后即可使用。

二、成型工艺

初期试制 2.5 立升容器是采用湿法手糊成型的方法,由于制“模”材料的限制,对于球形容器的内外胆尚无法一次整体成型,同时“低温密封胶”大面积的粘接技术还没有十分把握,所以只能分上下二半分别糊制半球形薄壳,再将二薄壳对口粘接为一整体,最后整体加固到所需厚度。

实验发现一般工程塑料在真空中的放气速率远大于铝、不锈钢等金属材料,为了降低玻璃钢处于真空状态下的放气速率,我们选用了上海造漆厂生产的“306 氟清漆”作真空夹层内壁涂层,可使材料的放气速率降低 1—2 个数量级。

我们对玻璃钢容器的各种绝热方式进行了一些实验比较。容器的三种漏热因素就是固体漏热,气体对流,热辐射,其中固体漏热可以降到很小的数值,但由于非金属材料所具有的高辐射本领和较大的放气速率,这给目前采用单纯的高真空绝热造成了困难。采用多层绝热效果固然很好,但由于“涤纶薄膜”表面镀的铝层,也使它的应用范围受到了限制。采用真空粉末绝热,目前看来效果较好,既缩短了抽空时间,又提高了容器的持久性能。试制的 5 升玻璃钢容器,单纯用硅胶作真空粉末绝热,在液氢试验中,每小时蒸发液氢不到 0.1 升。

(一) 树脂胶液配制

按一定的比例配制树脂胶液,每次配胶量不宜过多,以免固化,造成浪费。为了便于操作,控制含胶量及均匀度并减少气泡,可据树脂固化温度适当提高胶液的使用温度。

(二) 内外胆上半部薄壳成型

在预先准备好的模具上糊制薄壳时,缠绕玻璃布要平整,有规律,且勿皱折,布带要施加一定的张力。刷胶要均匀,胶要浸透布带并及时清除气泡。对于内胆球体与输液管衔接部位过渡要平滑。固化要缓慢,充分。然后脱模。

(三) 内外胆下半部薄壳成型

要特别注意外胆球体与抽气嘴的衔接。

(四) 内胆整体成型

将上下薄壳待粘接面修整锉平,对口粘接。粘接剂采用同样胶液(可加入适量的填料,如气相二氧化硅)。固化后,外表面打磨光滑、平整,再进行内胆的整体加固。固化后,将外表面打磨光滑方可进行下道工序。

(五) 内胆检漏

用氨质谱探漏仪在反复浸泡液氮后进行检漏。

(六) 内胆外表面,外胆上下二半薄壳内壁涂涂料 先将待涂表面抛光或作喷砂处理,最好采用喷涂,漆膜要连续均匀,要充分注意涂制工艺,务必使溶剂充分挥发掉以降

低放气速率。

(七) 整体装配

试制 2.5 立升容器主要是想定性说明材料的低温,真空密封特性,所以仅在内胆外壁上包了几层单面镀铝涤纶薄膜,以减小辐射漏热。

首先将外胆上下薄壳对口粘接,外胆上封口与内胆输液管粘接,抽气口和一不锈钢管粘接,以便焊锡管,封死真空。最后整体缠绕加固到所需厚度。容器即成型完毕。

三、实验情况及结果

(一) 检漏

用氦质谱探漏仪对容器进行全面严格的检漏,在确实保证不漏气的情况下方可抽真空。

(二) 抽真空

内外胆加热以促使放气,缩短抽空时间,2.5 立升容器连续抽真空二天,封闭锡管。

(三) 实验结果

容器用做储存液氮,每小时液氮蒸发损失 0.007 升,即每小时液氮蒸发率达 0.3%。

本实验目的在于试验材料用于低温容器时的基本性能,对容器的合理结构、壁厚、真空夹层表面状况及绝热材料等并未作认真的设计和选择(如输液管壁厚竟达 4—5 毫米)。因此蒸发率还有很大的改进余地。

玻璃钢低温容器是在北京市 251 厂的密切配合与协作下,在天津市合成材料工业研究所大力帮助下研制成功的,特此致谢。