

真空与低温应用集锦

钛合金球形火箭发动机贮箱

日本研制的一种球形火箭发动机贮箱的外形尺寸如图1所示。这个直径为1130mm的球形箱体在制造过程中采用了常规的加工工艺,包括6Al-4V钛合金的固溶处理和时效老化处理的工艺在内。每只半球由环形轧制板热压成形、并且热处理、然后精加工、并用钨极惰性气体焊把它们组焊在一起、连接法兰和喷嘴的固定法兰由电子束焊在精加工之前进行焊接。这个箱体设计要经得起 48kg/cm^2 的最大工作压力和动载负。钛合金材料显示的机械性能是最小屈服抗拉强度 105kg/cm^2 、极限强度 115kg/cm^2 、延伸率6%、箱体壁厚1.5mm,具有足够的安全系数。

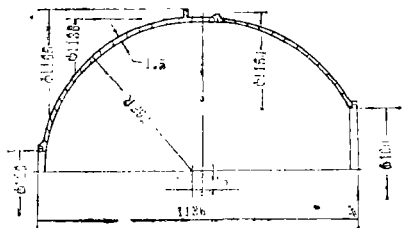


图1 贮箱的外形尺寸图(图中各数字的单位为mm)

这个发动机箱体是根据常规计算机有限元法设计的。在设计初期阶段,箱体的内部形状的确定主要依据燃料质量和燃烧型式。箱体的最小重量由壳的厚度决定、而壳的厚度受其能承受的最大许用应力的限制。然而,因有几个象法兰这样的过渡另件而使应力集中突然出现。这个应力分布的不均匀性显示、节省重量还是有余地的。在这个设计项目中,采用了开发的优化设计方法,由此获得的结构在给定负载条件下应力分布已尽可能均匀。

这个计划的目的是制造高性能的钛合金发动机箱体,主要工艺过程包括:热压、热处理、机加工和焊接。

半球形状是用圆形轧制板通过热压而成的板厚28mm、直径1800mm,采用夹层结构方法成形。此种方法与用锻造方法相比较,可以大大减少材料的质量。对于热压操作的完成、加热条件和压力条件需要经试验确定并在实际操作中严格控制,确保期望的机械性能。另件是在 β 相温度以下进行热压的。冶金和机械试验均要充分和严格进行。当使用轧制板时,成形的半球尺寸应仔细测量、控制所需精度。

要达到预期的机械性能,在6Al-4V钛合金热处理时需要精确的温度控制和快速地水中淬火。同时,机械性能依赖工件的厚度、适当的工件厚度由工艺试验确定。

因此,工件被粗加工至12mm,然后热处理。

工件被均匀加热至约 940°C 时进行固溶处理、其温度由测量工件的实际温度来控制。然后工件被快速在水中淬火。淬火的延迟极限是5S。在淬火过程中,用喷水的方法使淬火介质剧烈搅动。

时效处理包括两个阶段。第一阶段是在固溶处理之后进行,工件加热至约 540°C 、保温3h,然后由电子束把连接法兰焊接到半球上。第二阶段是最终时效处理和消除应力处理,规

范同前。

为了使毛坯变成发动机箱体,机加工应包括热处理前的粗加工、焊前的半精加工、焊后的终加工三个阶段。粗加工的目的是确保有好的热处理条件。热处理后,成品的壁厚由最终机加工来保证。

内表面、连接面经过车、铣、钻和攻丝,以满足焊接后的尺寸要求。机械加工使用常规技术。锥形的簿壳需要使用强力组合芯轴和靠模加工。另外,在机加工中适当的进给量、切削速度和冷却是需要的。

焊接采用钨极惰性气体焊和电子束焊。钨极惰性气体焊接用于把两个半精加工的半球壳焊接成一个球体。氩气用在所有保护的地方。在半精加工操作期间,焊接已在准备,同时焊接试环也在被准备,在产品箱体焊前、接头的形状和焊接程序均被保证。电子束焊接用于在半精加工之前把连接法兰和喷嘴固定法兰焊接到半球体上。焊接完成后,要用肉眼和X射线检查焊缝,以确保不存在不合格的缺陷:如气孔、裂纹、熔化不足和咬边等。

通过机械试验了解了所用轧制的6 Al—4 V钛合金板的机械性能。在退火状态下,材料的屈服强度约 92kg/cm^2 ,强度极限约 99kg/cm^2 。在试验中,为了决定热处理规范、厚度的影响作了试验,对于12.5mm厚的工件来说,其机械性能如下:屈服强度为 108kg/cm^2 ;强度极限为 117kg/cm^2 ;延伸率为9%。

水压试验证实、发动机箱体的结构是适宜的。这个实验选择的压力略高于予期的最大工作压力、然后去做爆破试验。在水压试验时、通过置于箱体特殊关注部位的应变片记录下了应力数值。水压试验显示,应变与内部的压力从0上升至 57kg/cm^2 是一致的、爆破压力是 70.4kg/cm^2 。在压力是 50kg/cm^2 时、把实际测得的应力值与用有限元方法计算出的设计值进行了比较、计算结果与实验结果非常一致。证明这个箱体有足够的安全系数,同时也说明、制造一个有更大安全系数的轻的箱体是可能的。

(蔡育才摘编自Titanium'80 science and technology一书)

自 冷 式 罐 头

美国犹他州盐湖城一家超级市场研究机构最近研制成一种自冷式饮料罐头。自1962年开始大量使用顶部开启式罐头以来,这可能是罐头制造技术上的首次重大突破。

自冷式罐头内部有一装有加压后的二氧化碳气体的小盒子。当拉动顶盖上薄片以开启罐头时,与薄片相连的一释放阀将盒内的加压二氧化碳气体放出。气体释放时其体积迅速膨胀,从而使温度急剧下降,释放的气体可使小盒骤冷至零下 9°C ,并使罐头内的食物温度在90s内下降约为 4.4°C 左右。

新研制的饮料罐头用来装啤酒或苏打水等饮料时会减少一定的罐装容量,这是因为放置的二氧化碳气体的小盒在每425g的罐头中要占42.5g,虽自然成本要增加5%~7%,但是该研究机构的人员们认为这种罐头不仅会给人带来清凉、美味的享受,而且携带方便,最适合旅游和家庭贮藏,它必定会受到消费者的欢迎和青睐。

张学富摘自《Science Digest》1992; 5)