

一种航空用多喷嘴多支耳薄壁灭火瓶无缝成型工艺

杨洪亮¹,冯柏润²

(1.辽宁美托科技股份有限公司,辽宁 抚顺 113000;2.空装驻沈阳地区第三军事代表室,辽宁 沈阳 110000)

摘要:本文从航空用薄壁灭火气瓶的技术特点出发,对气瓶的结构特点进行了分析,为了提高气瓶的长期疲劳性能,提高产品的安全性能,进行了无缝性设计及成型工艺设计,实现了薄壁结构气瓶的成型技术,为航空气瓶的轻量化、高可靠性研究提供了理论和工艺实现。

关键词:航空灭火瓶;无缝成型;薄壁

1 引言

本文通过对一种航空用灭火气瓶的结构改进研究,通过理论设计和工艺策划和摸索,实现了航空用多喷嘴多支耳气瓶的无缝成型工艺突破,为航空气瓶的轻量化、高可靠性研究提供了理论和工艺实现。

2 技术要求

2.1 主要技术指标

a)温度:工作温度:-40℃~+50℃;贮存温度:-55℃~+70℃。b)重量:空瓶重量≤0.83kg。c)容积:≥1.41L。d)填充压力:4.2MPa(20℃)。e)最大工作压力:5.65MPa(70℃计算)。f)试验压力:12.4(20℃)。g)爆破压力:18.4(20℃)。h)疲劳试验:将气瓶充入液体介质至公称工作压力,然后释放压力,以15次/分的频率充压和释压重复20000次无泄漏。

2.2 产品功能和结构

航空用灭火气瓶为球形多喷嘴承压容器,充装最大工作压力不大于5.65MPa的灭火剂,用于航空灭火。产品结构及外形示意图1。球形气瓶为薄壁球形结构,包含2个外螺纹M40×1.5-6h喷嘴、三处支脚、1个安全阀接头、1个M40×1.5-6h喷嘴接头、1个压力表接头焊接组成。

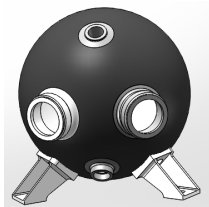


图1 产品结构及外形示意图

3 方案设计

3.1 气瓶材料

气瓶材料选用高强度合金结构钢30CrMnSiA。该材料为承压强度高,良好的焊接性能等特性。

3.2 爆破强度计算

依据承压容器薄壳强度理论,在满足爆破压力条件下,球体壁厚按GB150.3-2011内压球壳类气瓶进行计算,经计算: $t \geq 0.66\text{mm}$ 。考虑设计余量及安全性(依据美托公司先期研制同类气瓶经验),气瓶设计允许最小壁厚取0.8mm。

3.3 产品重量计算

通过三维建模测算气瓶空瓶体壁厚选取为不小于0.8mm时的理论重量为0.78-0.83kg,可以满足产品重量≤0.83kg的要求。

4 产品工艺方案

为满足气瓶的安全性能,提高气瓶疲劳强度,在气瓶成型工艺上,优化成型工艺。气瓶瓶体整球与1处喷嘴接头一体化成型加工,消除半球焊接疲劳应力,减轻焊缝填丝重量。同时,另1处喷嘴接头、1处安全阀接头、1处压力表接头、3处支架在机加时根据焊接需要设定焊接工艺坡口,焊接过程使用专用自动焊机采用氩弧焊接的方法,实现焊接工艺过程的自动化控制,自动化程度高,易操作,工作效率高,焊接过程可控,焊接质量稳定,焊接材料与待焊工件材料相同,保证了焊接区域材料的熔合性,外观平整。对于气瓶进行无缝设计,国内对于缠绕内衬有

过成型设计,但对于本航空灭火气瓶为超薄壁结构,并且在取消赤道焊缝基础上,一只嘴子直接成型,在气瓶其他部位进行铣加工三处瓶嘴接口,对于收口的工艺要求,如圆度、壁厚均匀性、瓶嘴的尺寸等要求必须与分体焊接的机加成型工艺要求一致。

5 仿真建模及仿真分析结果

5.1 仿真建模

按照技术要求的工况建立灭火气瓶的仿真模型。

5.2 仿真分析结果

对灭火气瓶进行静强度分析、模态分析及动态仿真分析,按照承压5.65MPa,并结合产品振动要求,按照10~2000Hz的振动频率和振动指标要求进行动态分析,分别按照693Hz、1936Hz进行分析,见图2、图3。仿真分析结果灭火气瓶可以满足设计要求。

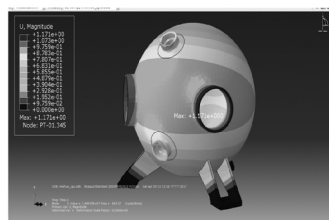


图2 693Hz 仿真情况

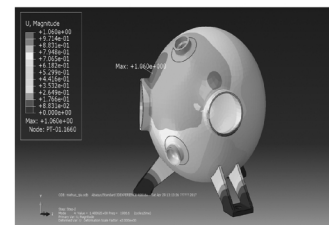


图3 1936Hz 仿真情况

6 结束语

航空灭火气瓶经过设计分析,工艺验证,产品实现了无缝球形薄壁灭火气瓶的无缝成型,有效地突破了无缝球形气瓶旋压收口、薄壁球形整球加工焊接瓶嘴等关键技术难点,成功地实现了产品各项指标的优化,提高了气瓶的疲劳寿命,降低了气瓶重量,在大大满足产品研制的轻量化要求的同时,又全面提升了产品的综合性能和安全可靠性能,填补了国内相关领域的空白。在开展无缝球形薄壁灭火气瓶的研发过程中积累的大量实践经验,为其后续量产及同类产品研发应用提供了坚实的技术支撑,更为航空灭火系统乃至其它机载系统进一步满足航空装备轻量化要求提供了新的选择方案,填补了国内外空白。

参考文献

- [1]GB150-2011 压力容器。
- [2]ZL201410018524.3.无缝气瓶的反向收口工艺.辽宁美托科技股份有限公司发明专利。
- [3]201510030584.1.球类压力容器一体成型技术.辽宁美托科技股份有限公司发明专利。
- [4]201510062305.X 不锈钢气瓶特殊焊接工艺.辽宁美托科技股份有限公司发明专利。