

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2016.01.016

一种水处理滤沙罐复合材料纤维缠绕工艺设计

高爱娟, 轩立新, 耿晓峰

(中国航空工业集团公司济南特种结构研究所, 高性能电磁窗航空科技重点实验室, 济南 250023)

摘要: 在分析水处理滤沙罐复合材料缠绕原理的基础上, 建立了罐体的缠绕模型, 确定了纤维缠绕角度和方法, 通过分次固化工艺、表面铺贴收缩膜、螺旋缠绕和环向缠绕相结合的方式对水处理滤沙罐进行缠绕制造。打压试验表明, 缠绕的罐体强度满足要求。

关键词: 水处理滤沙罐; 缠绕; 工艺设计

中图分类号: TQ323 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2016)01-0072-03

Process Design of Fiber Winding in a Filter Sand Tank for Water Treatment

Gao Aijuan, Xuan Lixin, Geng Xiaofeng

(Research Institute for Special Structures of Aeronautical Composites, AVIC, The Aeronautical Science Key Lab for High Performance Electromagnetic Windows, Jinan 250023, China)

Abstract: Based on analyzing the principle of water treatment filter sand tank composite winding, the tank winding model was established, and the fiber winding angle and method were determined. The tank was manufactured through draded curing, surface spreading and shrink film, spiral winding and hoop winding. Pressure testing showed that the strength of the winding tank could meet the requirement.

Keywords: water treatment filter sand tank; winding; process design

随着水处理行业的蓬勃发展, 环保型玻璃钢复合结构水处理容器用途日益广泛^[1-2]。在生产纤维增强复合材料产品的技术中, 缠绕技术是最早开发且使用最广泛的加工技术, 亦是重要的生产技术之一^[3]。环保型水处理滤沙罐(以下简称水处理罐)采用高强度玻璃纤维和高性能树脂缠绕而成, 因而具有强度高、耐腐蚀、耐老化等诸多优点。水处理罐的成型过程使用自动化控制, 缠绕过程纤维损伤少^[4], 可根据设计要求按罐体的受力状态缠绕纤维, 所以产品又具有成型效率高、比刚度和比强度高^[5-6]的特点。笔者探讨了水处理罐制造的工艺参数控制, 通过CADWIND软件编写了罐的缠绕程序, 实现了水处理罐复合材料的缠绕。

1 实验部分

1.1 原材料

196[#] 不饱和聚酯树脂: 济南中源化工有限公司;
过氧化甲乙酮: 济南市天桥区科华树脂应用技术开发中心;

环烷酸钴: 天津阿克苏诺贝尔过氧化物有限公司;

无碱玻璃纤维缠绕纱: 陕西兴平玻璃纤维总

厂。

1.2 仪器设备

纤维缠绕设备: FWA V / 5 / 1 型, 市售。

1.3 试样制备

(1) 胶液配置。

将 196[#] 树脂、过氧化甲乙酮(固化剂)、环烷酸钴(促进剂)按 100 / (2 ~ 3) / 0.5 的质量比配置胶液。

(2) 凝胶期控制。

缠绕不饱和树脂的凝胶期控制调整很关键^[7]。196[#] 不饱和聚酯在 30℃ 下凝胶期约为 30 min, 对于纤维缠绕, 凝胶期短则无法保证缠绕的正常顺利进行。不饱和聚酯为自由基共聚反应, 其固化速度受温度影响极大。温度每上升 10℃, 反应速度加快 2 ~ 3 倍。为保证缠绕的顺利进行, 树脂的凝胶时间至少需要 60 min, 对应的温度约 20℃, 因此缠绕时需将环境温度控制在 20℃ 左右。

(3) 水处理滤沙罐缠绕工艺方法。

联系人: 高爱娟, 硕士研究生, 主要研究方向为航空复合材料成型技术

收稿日期: 2015-10-19

使用缠绕机,将无捻玻璃纤维浸渍在浸胶槽后,用刮刀去除纤维中多余的树脂,通过计算机控制纤维的张力、缠绕方式、缠绕角度和速度,将浸胶后的纤维缠绕在聚氯乙烯(PVC)的芯模上,当缠绕达到规定厚度后,在室温下进行固化,最后脱模修整得到制品,工艺流程见图1。

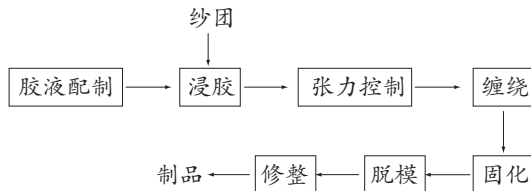


图1 水处理罐制造工艺流程图

2 结果与讨论

2.1 缠绕程序的设计

(1) 缠绕罐体模型建立。

根据水处理罐的二维图使用CAD技术测量对称罐体以旋转轴为中心各个分块位置的半径和旋转轴方向的坐标值,见图2。由CADWIND建立的罐体数模见图3。

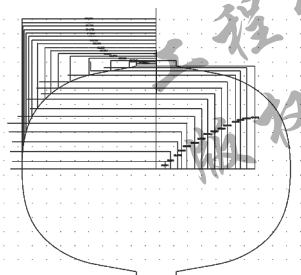


图2 水处理罐的二维图

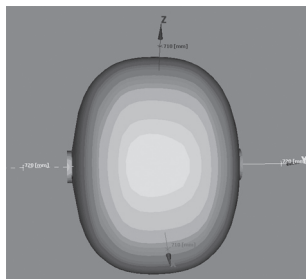


图3 水处理罐的模型

(2) 纤维缠绕角度确定。

在实际缠绕工艺中,纤维缠绕的角度与缠绕的前进量对缠绕制品质量影响极大,是缠绕工艺设计中两个重要的参数^[8]。如果确定了缠绕芯模的直径,缠绕过程中纤维的初始缠绕角度一旦确定,则纤维的最大展纱宽度也就确定了,根据多次试验结果,确

定了水处理罐初始缠绕角度采用经典的容器缠绕角度即 54.7° ,缠绕角度随着罐体外形的变化而变化,见图4,覆盖的程度接近100%。模拟模型见图5。

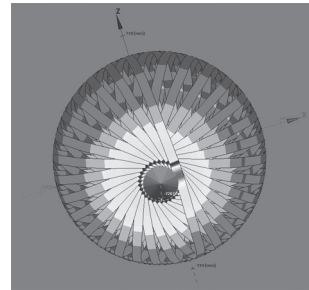


图4 水处理罐的缠绕角度

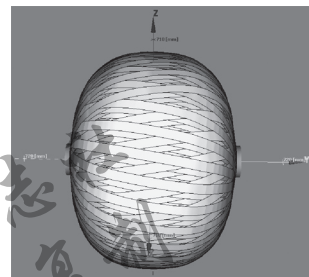


图5 水处理罐的缠绕模拟模型

(3) 缠绕方法确定。

无特殊用途容器一般只采用螺旋方式缠绕即可,但对于用于水处理的缠绕容器来说,如果容器内部压力达到材料的容限值时,容器中间段厚度偏薄处的缠绕罐体就容易出现树脂环向开裂的现象,多次使用,缠绕罐体的破坏就从此处的材料层开始。

根据理论分析,玻璃纤维增强不饱和树脂缠绕的罐体,当罐内压力增加到一定值时,中间段的缠绕层易发生应变集中。当树脂的微观应变超过应变极限时,应变集中系数最大位置上的树脂发生断裂现象^[9]。由于罐体长径比较小,采用螺旋缠绕时在罐体中间部分纤维稀疏,筒身中间段为应变集中期,因此需与环向缠绕相结合才能满足罐体使用要求。

2.2 水处理罐的质量分析

通过CADWIND软件模拟罐体缠绕的整个过程,见图6,软件中黄色(图中为白色)区代表缠绕质量差,有架桥风险。可看出罐体缠绕有多个地方存在分层架桥的风险。经过对已固化水处理罐进行环向切割,目测检查证实了实际缠绕的罐体的确有明显的局部分层,是由于纤维与纤维之间架桥引起的。为解决架桥现象,工艺采取将纤维的tex数变小、缠绕程序的布宽变窄等措施可显著提高罐体的质量。

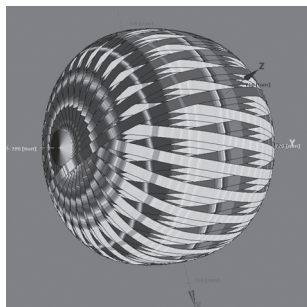


图6 水处理罐质量模拟示意图

2.3 水处理罐的固化

水处理罐能否充分固化,直接影响罐的性能及质量。由于罐的厚度较厚,为5~9 mm,如果采用一次固化工艺,第一靠近罐体表面胶液内溶剂挥发困难,导致靠近罐体表面的胶液纤维层易形成大量气泡;第二如果内部树脂固化散发热量未及时去除,易造成烧芯现象。为解决上述问题,水处理罐采用了分次固化的工艺。另外,由于纤维张力的作用,胶液将由罐体里面向外面迁移,树脂含量在壁厚方向分布不均匀,可采用表面铺贴收缩膜后再进行固化的方式进行。实际制造的水处理罐见图7。

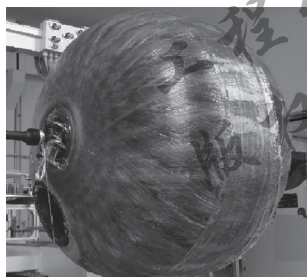


图7 水处理罐产品

3 结论

采用CADWIND软件编写缠绕程序,实现了纤维缠绕水处理滤沙罐复合材料的工艺设计,通过分次固化工艺、表面铺贴收缩膜、螺旋缠绕和环向缠绕相结合的方式对水处理罐进行缠绕制造。最终制造的水处理滤沙罐通过打压0.9 MPa的试验,证明缠绕罐体的强度满足要求。

参考文献

[1] 周文英,寇静利,张娟,等. 水处理容器缠绕壳体用不饱和聚酯研

究[J]. 化学推进剂与高分子材料,2003,1(2):4-7.

Zhou Wenying, Kou Jingli, Zhang Xian, et al. Study on unsaturated polyester resin used in wound vessel case for water treatment[J]. Chemical Propellants & Polymeric Materials, 2003, 1(2):4-7.

[2] 周文英,杜泽强,谷宏治,等. 环保水容器缠绕壳体用低成本UPR研究[J]. 纤维复合材料,2003(2):16-19.

Zhou Wenying, Du Zeqiang, Gu Hongzhi, et al. Study on low cost up resin matrix used in filament wound vessel case for water treatment[J]. Fiber Composites, 2003(2):16-19.

[3] Brian Wilson. Filament winding the jump from aerospace to commercial frame[J]. Sampe J, 1997, 33(3):25.

[4] 苏祖君,梁国忠,曾金芳,等. 树脂基复合材料湿法缠绕成型研究进展[J]. 玻璃钢/复合材料,2005(1):46-49.

Su Zujun, Laing Guozhong, Zeng Jinfang, et al. Study process in wet winding technology of resin matrix composites[J]. Fiber Reinforced Plastics / Composites, 2005(1):46-49.

[5] 王瑛琪,盖登宇,宋以国. 纤维缠绕技术的现状及发展趋势[J]. 材料导报,2011,25(3):110-113.

Wang Yingqi, Gai Dengyu, Song Yiguo. Present situation and development tendency of filament winding technology[J]. Materials Review, 2011, 25(3):110-113.

[6] 叶长青,杨青芳. 树脂基复合材料成型工艺的发展[J]. 粘结, 2009(5):66-70.

Ye Changqing, Yang Qingfang. Development of forming processes for resin matrix composite materials[J]. Adhesion, 2009(5):66-70.

[7] 周菊兴,董永琪. 不饱和聚酯生产及应用[M]. 北京:化学工业出版社,2000:87-92.

Zhou Juxing, Dong Yongqi. Production and application of unsaturated polyester resin[M]. Beijing:Chemical Industry Press, 2000:87-92.

[8] 姜小杰,张维军,周晏云,等. 玻璃钢细长管缠绕工艺的研究[J]. 纤维复合材料,2001(4):29-33.

Lou Xiaojie, Zhang Weijun, Zhou Yanyun, et al. Study on slender pipe winding process[J]. Fiber Composites, 2001(4):29-33.

[9] 黄龙男. 纤维缠绕内压容器的树脂开裂强度计算[J]. 纤维复合材料,1996(4):1-4.

Huang Longnan. Calculation of the cracking strength of the pressure vessel in the filament winding[J]. Fiber Composites, 1996(4):1-4.

2019年全球增塑剂使用量将达1030万t

IHS化学的研究报告显示,2016~2019年,全球增塑剂需求的年均增速将达到3.9%。到2019年,全球增塑剂使用量将升至1030万t。

IHS化学资深首席分析师Michael Malveda表示,邻苯

二甲酸盐类产品仍然主导增塑剂市场,但是其所占市场份额正在逐步下降。2014年全球增塑剂消费量为840万t,其中邻苯二甲酸盐类占70%。与2005年的88%相比,邻苯二甲酸盐类所占比例已经出现了大幅下降,到2019年这一比例将进一步下降至65%。(中塑在线)