

浅论船舶绿色制造技术

毛教康

(广西航运学校, 广西 南宁 530007)

摘 要: 开展绿色造船, 综合考虑环境因素和资源利用效率的现代制造模式, 是力求船舶制造过程对环境影响最小, 对资源利用率最高的生产技术。船舶绿色制造技术, 重点放在设计和生产两个环节上, 以保证船舶的绿色度。

关键词: 船舶; 环境; 绿色; 技术

中图分类号: U66

文献标识码: A

文章编号: 1006-7973 (2008) 05-0006-03

一、前言

制造业在为人类提供巨大财富的同时, 也在不断地产生污染物, 对环境造成严重的负面影响。船舶建造同其它建设项目一样, 在建设和营运阶段会对环境产生一定的影响。船舶建造对环境的影响涉及生态、社会经济、声、大气、水等多个方面, 如同其它建设项目一样船舶建造所产生的影响并非全是负面的, 船舶的建造在一定程度上也有相当大的正效应。对区域性的水域而言, 完善的绿色船舶制造可以改善区域的环境质量, 促进、带动区域经济和社会的发展, 但在局部区域可能对环境产生一定的负面影响。船舶在制造过程中也同样存在材料的选用和利用不当而造成资源的浪费, 以及对空气、土壤和水体等环境的污染问题。船舶绿色制造技术, 是综合考虑环境因素和资源利用效率的现代制造模式。要求最大限度地减少对环境的负面影响, 要求原材料和能源的利用效率达到最高。

二、船舶绿色制造技术的定义、要求和前景

1. 船舶绿色制造技术的定义

在给船舶绿色制造技术定义之前, 先对绿色船舶 (产品) 定义, 以区别两者之间的关系。

绿色船舶 (产品), 是指在其全寿命周期中 (包括设计、制造、营运、报废拆解), 通过采用先进技术, 能经济地满足用户功能和使用性能的要求, 并节省资源和能源, 减少或消除环境污染, 且对劳动者 (生产者和使用者) 具有良好保护的产品。

船舶绿色制造技术, 是力求船舶制造过程对环境影响最小, 对资源利用率最高的生产技术。在船舶设计和制造过程中, 废弃物和有害排放物最少, 以减少对空气、水和土地的污染; 并节约资源, 从而提高制造活动的经济效益和社会效益。

船舶是一种特殊产品, 其营运寿命终止时, 一般不回原船厂拆解, 因此, 船厂在制造绿色船舶时, 重点应放在设计和生产两个环节上, 以保证船舶的绿色度。

2. 船舶绿色制造技术对设计和制造提出的要求

开展绿色造船, 设计是先行, 设计人员的环境意识决定了船舶产品的绿色度。因此, 设计人员必须具备良好的环境意识。设计中应广泛采用绿色材料、标准化和模块化零部件

或单元, 充分考虑加工制造过程中的材料利用率, 同时还必须考虑船舶产品在营运寿命终止后, 报废、拆解不对环境造成负面影响, 以及部分材料、零部件和设备能够再生利用; 尽量简化工艺, 优化配置, 提高整个制造系统的运行效率, 使原材料和能源的消耗最少; 减少不可再生资源 and 短缺资源的使用量, 尽量采用各种替代物资和技术。

3. 船舶绿色制造技术的前景

发达国家的造船业对绿色制造技术较为重视, 这与其高环保标准和保护施工人员的要求有关。他们对此技术的应用与开发力度较大。相比之下, 发展中国家对该技术的应用多处于一种不自觉的状态。丰富、廉价的劳动力和成本相对较低的原材料, 影响了对该项技术开发与应用的积极性。当前, 船舶绿色制造技术还不会对造船竞争力构成很大影响, 但是, 工业发达国家的多个行业, 已经开始重视绿色制造技术, 并在造船业的前瞻性项目和新一代造船技术研究中, 给予了充分的考虑。由于环境和资源的约束, 绿色制造将会变得越来越重要, 而造船的焊接、切割、涂装等大量作业, 已严重不符合环境保护的要求。因此, 这项制造技术的应用前景将是非常美好的。

三、船舶的绿色设计

传统的船舶设计仅从结构和功能、外观造型、加工制造、生产管理等角度考虑, 设计概念是以市场需求为基础, 技术方案也是重点考虑设计与制造两个领域的问题, 设计过程中缺乏环境保护的意识。船舶的绿色设计是从产品需求、设计、制造、营运到回收再生整个寿命周期一起考虑的, 把产品、环境与人类一起, 并行考虑寿命周期内每一阶段的相互影响。

1. 材料的选择

(1) 选择要点

材料的绿色特性对船舶的绿色性能具有重要的影响, 在材料选择时应注意下述几点。

① 选用便于回收、生产过程简便、易于加工的材料, 产生的废料不污染环境;

② 选用无毒无害材料, 避免生产过程对人体健康造成危害和对环境造成污染;

③ 选用可再生的材料

收稿日期: 2008-03-31

作者简介: 毛教康 (1952-), 男, 广西航运学校讲师, 主要从事高等教育教学与研究。

④ 选用较少种类的材料, 简化设计。尽可能少用复合材料

⑤ 选用工艺性能优良的材料, 以降低零件加工的难度与废品率, 节约加工过程的能源消耗。

(2) 选择重点

船舶全寿命周期中, 对环境和人类影响最大的, 一是制造过程中的焊接、涂装作业, 建造过程中有大量粉尘飘散到周围大气, 影响环境空气质量的影响主要为有害气体和粉尘。二是船舶拆解后废弃的舱室绝缘材料, 物料堆放期间由于空气与阳光的作用等也会引起气味扬尘污染。尤其是在风速较大的情况下对大气的污染更为严重。因此材料的选择尤其重要。

① 焊接材料。焊丝(焊条)的添加助焊药剂, 在电弧高温燃烧下, 随焊接烟尘一起向空气中扩散, 对操作人员和环境构成危害。因此, 设计人员在生产设计上, 应首先选用高效焊接工艺和低毒、低烟焊丝(焊条)。

② 舱室绝缘材料。由于具有防火、隔音、保温等优良性能和可加工性, 矿棉、玻璃棉被用于船舶舱室的内装。在船舶营运寿命结束后的拆解过程中, 这些保温材料由于没有再生利用价值而被大量抛弃。由于矿棉、玻璃棉的不可降解性以及船舶建造产生的水污染主要在生产阶段比较集中, 且主要是水面的污染。因此在船舶建造期可能使原表层水及深海(河)中层的水域遭到破坏, 从而影响局部表层水域或深层水域, 甚至改变水的特性。这些废弃的材料直接导致周围的水质和土质的恶化。所以, 选用保温材料, 不仅要考虑其技术性能, 还应考虑环保性能。研制一种高效、环保的绝缘材料也将成为完善绿色造船技术的一项重要工作。

③ 涂装材料的选择。船舶涂装工艺分为钢板预处理(在钢材预处理车间完成)和二次除锈涂装(在涂装房内进行)。先进造船国家一般较少进行二次除锈涂装, 这不仅减少了资源浪费, 而且生产效率大大提高。我国在引入区域造船方法的同时, 也在尝试减少二次除锈涂装, 采用跟踪补涂技术。跟踪补涂一般在露天平台完成, 这对涂料提出了更高要求。传统溶剂型涂料因其对人体的危害和对空气的污染已无法满足绿色造船的要求, 取而代之的应是一些无污染、省资源、省能源的绿色涂料。如水性涂料、粉末涂料和辐射固化涂料等。另外, 船舶外板水线以下涂料, 应具有只驱赶而并不杀灭海洋生物的性能, 是既能防止海洋生物附着, 但又不污染海洋的绿色环保涂料。

2. 标准化、模块化设计

随着科学技术的进步, 世界各国对海洋保护意识的日益提高, 对船舶结构、性能提出更高的要求。由此, 船舶更新换代的周期越来越短。为了避免由此造成的不良后果, 船舶在设计时, 有必要采用标准化、模块化的设计。

(1) 船体结构通过标准化、模块化设计, 可以简化。采用功能多样化与复合化的零件以及定适当的整体尺寸, 提高材料利用率; 设计结构符合工艺性与加工性, 以减少加工过程中的材料损耗与能源消耗; 设计的结构便于回收, 实现资源的重复利用; 设计的结构便于维修, 延长产品使用寿命。

(2) 船舶设备通过标准化、模块化设计可以有效地避免舾装件逐件装船, 从而降低舱室内的污染和噪声危害, 提高

工作效率和工作质量, 还可使劳动量

和资金的消耗大大减少。而且船舶设备的标准化、模块化设计, 也较好地满足了设备更新拆装的互换要求。

(3) 标准化设计可以提高零部件的通用性, 提高零部件的重复性。标准化设计亦可以促进专业化生产。

3. 并行设计

根据并行工程的思想, 由设计者、制造者和环保工程师参与船舶的初步设计、详细设计和生产设计整个过程, 通过相互协调, 综合考虑船舶由初步设计到报废拆解的整个寿命周期中影响资源利用与环境污染的所有因素, 优化各个设计环节, 减少产品生产的往复过程, 提高整个制造系统的资源利用率, 降低废品率, 节约资源。另外, 还应综合考虑产品的结构设计、材料选择、制造环境设计、工艺设计、回收处理设计等各个方面, 实现并行式绿色制造设计。

四、船舶的绿色制造

1. 绿色加工工艺

(1) 净成形制造

成形制造技术包括铸造、塑性加工等技术。成形制造技术正从接近零件形状向直接制成工件形状即精密成形或净成形方向发展。成形的零件有些可以直接或稍加处理即可用于组成产品, 这可以大大减少原材料和能源的消耗。

(2) 干式加工

加工过程中不采用任何冷却液。干式加工简化了工艺、减少了成本, 而且消除了冷却液所带来的一系列问题, 如废液处理和排放等。目前, 干式加工在国外已经得到局部应用, 如美国、日本、德国等国采用干车削、干磨削、干铰削等都取得一定的成果。我国还刚开始研究, 主要应用领域是机械加工行业。作为一种新型的加工工艺, 有望在船舶制造中发挥其应有的作用。

(3) 工艺模拟技术

工艺模拟技术主要用于水火弯板等热加工过程。过去通常必须做大量的实验才能初步控制和保证加工工件的质量。采用工艺模拟技术将数值模拟、物理模拟和专家系统相结合确定最佳工艺参数、优化工艺方案, 预测加工过程中可能产生的缺陷并采取防止措施, 从而有效地控制和保证加工工件的质量。

(4) 网络技术、虚拟现实技术与敏捷制造

虚拟现实技术主要包括虚拟制造技术和虚拟公司两部分。虚拟制造技术就是在真正产品生产之前在虚拟制造环境下生成软产品模型来代替传统的真实样品进行实验, 对其性能和可制造性进行预测和评估, 从而减少损耗, 降低成本。虚拟制造技术和网络技术相结合就可根据市场需求, 将产品所涉及到的不同公司临时组建成一个由计算机网络联系的虚拟公司。各造船企业和设计院所可通过因特网建立制造资源信息网络来实施敏捷制造。

以上这些技术之所以都被归于绿色制造工艺, 是因为这些工艺和技术或减少了原材料和能源的耗用量, 或可缩短开发周期、减少成本, 而且有些工艺改进对环境起到保护作用。

2. 绿色焊接工艺

绿色焊接在船厂的应用前景非常广阔。主要体现在使用节能焊机,采用高效、无弧光、无粉尘污染的焊接材料和方法等方面。

(1) 节能逆变焊机

节能和节约原材料的逆变电源焊接设备的应用,已得到了船厂的重视。在美国,逆变焊机的产量占弧焊机总产量的比例已超过 30%,日本已超过 50%。据统计,2000 年国产逆变焊机仅占当年生产的弧焊机总产量的 8.4%。由于国产的逆变焊机,主要还存在着可靠性低、质量不稳定和返修率较高等问题,给推广带来了困难。

(2) 高效焊接

高效焊接熔敷效率高、速度快、操作方便且易于自动化作业,具有生产效率高、焊接质量好、节约能源和材料等特点。常用的高效焊接方法主要有气体保护焊,包括熔化极活性气体保护焊(MAG 焊)和熔化极惰性气体保护焊(MIG 焊);埋弧焊;电渣焊;气电自动焊;电子束焊和激光焊等。高效焊接在造船企业已成为船体建造中提高焊接生产效率和质量、节约资源和降低对环境负面影响的重要技术之一。

(3) 搅拌摩擦焊

搅拌摩擦焊是一种固相焊接方法,可用于对金属板材全熔深焊接,而不会达到金属的熔点。它不仅焊接铝合金等低熔点金属材料,还能焊接厚度在 25mm 以下的钢板。搅拌摩擦焊无飞溅、烟尘,不需添加焊丝和保护气体,无气孔、裂纹等焊接缺陷,形成的焊缝强度高、变形小,是一项性能优良的环保焊接新方法。

(4) 激光焊接

应用激光进行焊接已逐渐被造船工业所接受。激光焊接过程是一种既快速,又几乎无任何变形的低热量输入焊接过程。目前已能对 15mm 厚的不锈钢和低碳钢进行激光焊接。国外船级社已制订出一套激光焊接焊缝的验收规范,为这种焊接方法在工业中的广泛应用提供了依据。

最近,在船体结构设计中出现了夹层平面分段结构,这种结构与常规的带有加强筋的结构形式具有同等的强度,但重量却大大减轻。激光焊接的优越性,在这种夹层平面分段结构的生产中,得到了充分发挥。激光焊接焊缝拉伸强度高,生产成本低,施工方便,可以作为提高船舶的建造质量、缩短造船周期的有效手段。

(5) 室内造船

受技术和资金等因素的限制,目前分段建造,尤其是曲面分段建造仍然以手工电弧焊为主,而且大多数在露天平台上施工,施工过程中的弧光、烟尘是影响环境的主要因素。新建的上海船厂崇明基地、规划中的江南造船(集团)公司长兴岛基地,这些地区对环境的生态要求非常高,这就要求我们改变传统的露天作业方式的观念,建立扩大室内分段建造比例的理念,最大限度地减少露天焊接作业量,使焊接尽可能控制在室内,船舶制造驻地的生活垃圾往往就地堆放或直接倾入河流,有可能污染周围水域,需要配置相应污染处理设施,生活垃圾则要集中堆放和及时清运。并通过空气循环处理系统净化焊接烟尘,把对环境的不良影响在室内消除掉。

3. 绿色涂装工艺

(1) 应用现代造船理念,实现涂装环保作业

实现船舶绿色涂装,应根据现代造船理念,从全局出发,以系统工程的思想加以实施。应按照船体分道、区域舾装、区域涂装的原则,深化涂装生产设计,注重钢材预处理质量、缩短分段制造周期、提高预舾装率和分段完整性、加强涂装生产的动态管理,通过环保型的涂装工艺、涂装设施的应用,以及跟踪补涂等措施,实现环保型涂装作业的目标。

(2) 合理选择涂料,优化施工工艺

采用高性能专用涂料,减少热加工区域的涂膜损伤,以提高保护效果和生产效率;采用长效型车间底漆,减少分段制造期间的锈蚀;采用厚膜型涂料,

减少涂装次数;采用低表面处理涂料,选择合理的除锈等级;采用万能型底漆,减少涂料品种,简化工序,提高工时效率。

(3) 推进标准化和计算机辅助管理

以壳舾涂一体化为目标,完善涂装设计、施工、质量管理、物料管理等标准,严格按涂装作业计划和标准要求施工作业。同时广泛应用计算机辅助涂装生产管理,特别是计算机辅助涂装工程动态管理,提高工时利用率,降低物料消耗。

(4) 推广移动式涂装系统和环保型分段涂装房

移动式涂装系统,以模块化设计为指导思想,以轻钢彩板结构为主体,辅以各类专用系列接扣件、钢架件以及多种专用紧固件。涂装系统装置,可根据工程需要的容积在指定地点按要求快速搭建。工程一旦完工,又可方便地拆卸并运至下一个工程所在地再行搭建,继续涂装施工。

移动式涂装系统,设有各种标准的设备接口模块,主要有进气管道模块、除尘设备接口模块、除漆雾接口模块、喷砂设备接口模块、吸砂设备接口模块、温湿度控制设备接口模块、传感系统接口模块、动力设备接口模块等。

环保型分段涂装房内的空气温度和湿度可自动控制,为船体分段涂装提供适宜的环境条件,实现分段涂装全天候作业。同时,采用粉尘和漆雾分离技术,有效控制有机溶剂排放,实现环保型的分段涂装。

五、结束语

在我国,绿色制造概念最先被机械制造业所接受,并得到推广。由于船舶制造的特殊性,目前只有几家骨干企业提出绿色造船的口号。船舶制造是社会化协作面广的一项综合性系统工程。开展绿色造船不仅船厂工程技术人员要有“绿色”意识,要按绿色制造的技术要求开展设计、施工和管理;提供材料、设备的厂商也应树立“绿色”意识,着眼于节约资源,注重环保,满足船舶绿色制造的需要。

绿色制造不仅是一种制造模式,更是一种思想、理念。对企业来说,通过改善管理、降低物资和能源的消耗,提高资源的利用率,从而提高企业的经济效益。然而,绿色制造更多的是创造社会效益。保护地球环境最终受益的还是人类本身。因此,在推广绿色制造技术的过程中,政府应积极倡导和支持,要制定相关政策、法规,对实施绿色制造的企业给予政策优惠,对通过牺牲环境而获取利润的(下转 10 页)

风、流要素及计算船型的要素带入已编制好的函数中,计算机才能显示计算结果,故须编制一 M 文件,实现对上述已编制好的数模函数的调用过程。第三步,绘图功能的实现。为了便于对计算结果进行分析,我们可以利用 MATLAB7.0 语言中固定的绘图函数绘制计算结果的函数图。主要利用 Plot

() 函数,并可根据需要调整各个绘图要素,如线宽、线形及图例等。最后,可将已确定的风、流要素及计算船型等要素输入已编制好的计算单元,计算机会将计算结果显示在屏幕上。利用 MATLAB7.0 编制的船舶安全航宽计算源程序如下所示。

```
clf
clear
k=0.041;
depth_ship=18;
drauft_ship=13;
speed_wind=15;
compute_distance=225
speed_flow=0.53;
angle_flow=[6]
speed_ship=[1:0.5:8];
plot (speed_ship, f_wind (k, speed_ship,
drauft_ship, depth_ship, speed_wind, compute_
distance), '-rh', 'LineWidth', 1, 'MarkerEdgeColor',
'k', 'MarkerFaceColor', 'b', 'MarkerSize', 5);
hold on
plot (speed_ship, f_flow (speed_ship, speed_flow,
compute_distance, angle_flow), '-b^', 'LineWidth', 1,
'MarkerEdgeColor', 'b', 'MarkerSize', 5);
legend ('\fontsize{8}风致漂移', '\fontsize{8}流致漂
移');
% title ('\fontsize{8}风、流致漂移量与船速关系图');
xlabel ('\fontsize{8}船速 (节)');
ylabel ('\fontsize{8}漂移量 (m)');
输出结果如图 1~3 所示 (见附图)。
```

六、结束语

基于 MATLAB7.0 的船舶漂移量及安全航宽计算的计算机实现解决了实际工作过程中需要计算的船舶漂移量及船舶安全航宽数据量过大,计算繁琐的问题,为快速大量的计算打下了基础,提高了工作效率,对船舶漂移量及安全航宽计算计算机化的实现有重大的意义。

(上接 8 页) 润的企业加以制约,从而营造一个绿色制造的良好社会环境。

参考文献

- [1] 薛丽霞,唐忠民,邓家祚,等.绿色制造.机械设计,2000,(10):8.

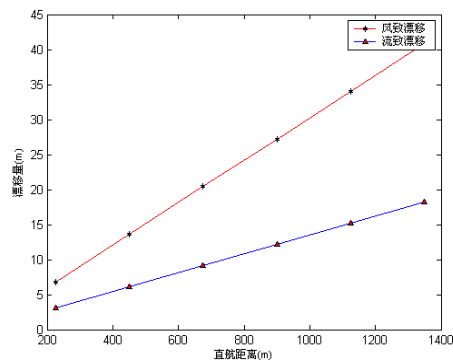


图 1

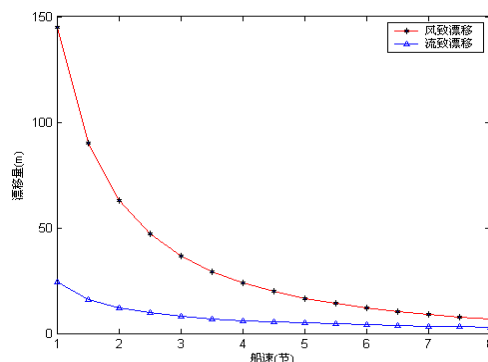


图 2

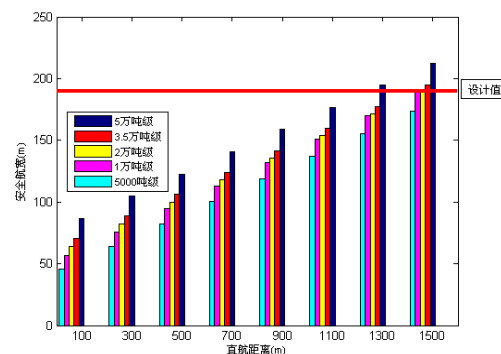


图 3

参考文献

- [1] 张志涌,徐彦琴. MATLAB 教程[M].北京航空航天大学出版社,2001.
- [2] 张志涌,刘瑞桢,杨祖樱.掌握和精通 MATLAB.北京:北京航空航天大学出版社,1999:1-5,132-138.
- [3] 杜藏,骆源.科学计算语言 MATLAB 简明教程.天津:南开大学出版社,1998:1-4,42-46,195
- [2] 陈超,周福章,李力干.机械工业中的绿色制造技术.机械制造,2000,(7):19.
- [3] 洪亮.绿色焊接.焊接技术,2002,(4):5.
- [4] 魏刚,熊蓉春.绿色化学与防腐技术的发展方向.腐蚀科学与防护技术,2001,(1):35.