

浅谈海洋平台工程的绿色制造

宋广兴, 宋峥嵘, 潘德峰

(海洋石油工程股份(青岛)有限公司, 青岛 266520)

摘 要

绿色制造是有效解决当前日益严峻的资源环境问题的新的制造模式。探讨了海洋平台绿色制造技术的基本概念及对环境保护的意义和应用前景, 阐述了绿色海洋平台制造技术对设计、材料选择原则要求及海洋平台建造过程中实施该技术的工艺、设备、人员素质、管理思想和绿色评价的要求, 评估了实施该技术所能产生的社会和经济效益。

关 键 词: 海洋平台; 绿色设计; 绿色制造; 环境影响

1 引言

人口、资源和环境是制约并威胁当今人类社会生存与可持续发展的三大问题。制造业在为人类社会做出巨大贡献的同时, 也在其产品全生命周期内消耗掉了大量的资源(尤其是大量的不可再生资源)和能源, 并不断地产生废弃物和污染物, 对生态环境造成严重的污染与破坏。面对日益严峻的资源、能源和生态环境问题, 全球掀起了绿色制造的热潮。绿色制造是实现经济和社会可持续发展的关键技术和有效途径。

海洋工程是具有高技术、高投入、高风险的行业, 随着工程开发愈来愈向深海、大洋推进和工程设施的规模日益庞大, 其投资额将与日俱增。在海洋工程建造过程中探索和发展绿色制造技术前景和意义非常重大。

海洋平台绿色制造, 是在可持续发展观念指导下, 综合考虑环境因素和资源利用效率的复杂的现代制造系统工程。它要求最大限度地减小对环境的负面影响, 要求资源和能源的利用率达到最高, 最大程度实现资源的循环利用。

2 海洋平台工程绿色制造的基本概念

2.1 海洋平台绿色制造的定义

绿色制造, 又称为生态制造、面向环境的制造, 是一种综合考虑环境影响和资源效率的现代制造模式, 其目标是在保证产品质量和功能的前提下, 运用各种先进设计、制造及管理技术, 使得产品从设计、制造、包装、运输、使用到报废及回收处理的整个产品生命周期中, 对环境的负面影响为最小, 甚至是零, 资源利用率最高, 能源消耗最少, 并使企业经济效益和社会效益协调优化^[1-3]。它是一种交叉技术学科, 集成了多种先进技术, 它涉及设计方法学、先进制造科学与技术、材料科学、信息科学、管理工程学和环境工程学等。

海洋平台是一种特殊的产品, 其使用过程将在海上完成, 远离陆地, 维护维修费用极其昂贵且极不方便, 营运寿命终止后, 报废回收处理将在海上进行, 整个拆解过程相当复杂。因此, 在建造海洋平台过程中, 重点应放在设计、制造、维修和拆卸环节上, 以保证海洋工程及其产品的绿色度。

2.2 海洋平台绿色制造与传统制造的区别

传统制造主要考虑的是实现产品的功能、质量和生产成本属性, 满足客户的需求, 而忽略了产品

的环境属性,也即产品生命周期各个阶段的环境影响。此外,传统产品设计并未充分考虑产品使用阶段的使用成本及维修成本,乃至产品寿命终止后的回收处理成本,甚至没有考虑回收(如干电池)。它是一种从“摇篮到坟墓”的开环式设计思想。

绿色制造则在同样满足传统制造的内容要求情况下,还要在产品的全生命周期内考虑产品对环境的影响,特别是在产品生命周期结束后废弃产品如何回收、再生和利用。它是一种从“摇篮到再现”的并行闭环式设计思想^[1]。

2.3 海洋平台绿色制造的基本要求

开展海洋平台绿色制造工程,设计是先导,绿色设计是获得绿色产品的基础,设计人员的环境意识决定了海洋平台的绿色度。因此,设计人员应具有良好环境意识和知识。在设计中通过优化设计,节约使用原材料,少用或不用稀有原料,尽可能使用可再生原料,以提高资源的利用率;广泛采用标准化和模块化零部件或单元,并考虑平台生命周期结束后可拆卸和再生利用及此过程对环境造成的影响;尽量简化工艺,优化配置,提高整个制造系统的有效率和资源的利用率,降低原材料和能源的消耗;尽量减少使用不可再生资源 and 短缺资源,采用各种替代物资和技术。

2.4 实现海洋平台绿色制造的意义

发达国家的环保标准和保护施工人员的要求较高,因此,海洋平台绿色制造技术在发达国家较为重视,发展比较成熟,对此技术的研发和应用力度较大。相比之下,发展中国家该项技术刚刚起步,多处于研究状态,应用较少,发展空间很大。通过海洋平台绿色制造技术的研发和应用,能为企业带来极大的好处。它使企业重视资源的利用率,降低成本,缩短生产时间;促进产品结构和技术的创新及产品工艺的革新;促使企业提高员工的素质,增强竞争力,改善企业的形象,提高国际认可度。由于环境和资源的约束,绿色制造是企业实现可持续发展的必要途径,而传统的海洋平台工程中大量的切割、焊接、涂装等作业,已严重不符合环境保护的要求^[5]。因此,这项制造技术的应用前景将是非常美好的。

3 海洋平台绿色设计

海洋平台的绿色设计是在设计阶段就将设计、制造、运输、安装、使用、维修到拆解回收全生命周期内产品的环境因素和性能作为设计的目标和出发点,力求使产品对环境的影响最小,产品的绿色度最大。

3.1 模块化、标准化设计

随着环境意识的提高,世界各国对海洋保护标准要求日益严格,对海洋平台结构、性能提出更高的要求。为了避免由此造成的不良后果,海洋平台在设计时,有必要采用模块化、标准化的设计。

通过标准化、模块化设计,平台结构可以得到简化;合理的工艺性,可以节省材料,大大缩短设计和建造周期;采用不同功能模块,简单合理的连接形式进行组合配置,可以得到多功能的系列化的产品,节省制造费用;以模块为单位,对产品中的结构、支撑、荷载进行优化设计,确定合理的整体结构尺寸,提高材料的利用率;设计结构的可维修性便于产品的维护,延长其使用寿命;可拆解性,便于报废后的回收,实现资源的再生或重复利用。

平台设备采用标准化、模块化的设计方法,标准化的零部件,建立模块数据管理库,可使设备功能优化配置,缩短设计及采办周期,节约成本资源。先以工艺系统为单位构建高级功能模块,在此基础上,划分次级功能模块,尽量成撬设计与制造,便于安装与操作,建立良好的人-机-环境界面,也便于维护,由于功能模块的划分,功能清晰,在故障诊断中非常容易发现问题;便于更换模块,保证产品的安全运行,实现功能更新升级。特别是对平台生活楼进行模块功能分解,通过标准化,可以按不同的需要进行快速、灵活的整体装配。

3.2 材料的选择

零件材料的选择是产品设计阶段中的重要问题,对平台的绿色度有重要的影响。根据绿色产品设

计的要求,在选择材料时应注意下述几点^[6]:

① 尽量减少产品中所用材料的品种数,简化设计,减少材料的采办和仓库的管理工作,降低企业的经营成本,同时为产品废弃后的拆解回收处理工作带来极大的方便。

② 尽量选用可回收、可再生的材料,产生的废料可回收利用或不污染环境。因此,在设计过程中,选用回收性好的金属材料,少用或不用复合材料和热固性塑料。

③ 选用加工性能优良且加工中无污染或污染最小的材料,以降低零件加工的难度与废品率,减少制造过程的能源消耗。

④ 尽可能不用或少用有毒或有害的材料,避免生产及加工过程对人体健康和环境的不利影响。

⑤ 尽量选用废弃后能自然分解并为自然界吸收的材料。

在海洋平台全生命周期内,建造过程中的焊接、打磨、涂装及舾装作业,平台生命终止后的拆解回收作业将对生态环境和人体健康造成很大的影响,绿色材料的选择尤其重要。因此,在设计过程中,优先选用高效的焊接工艺和低毒、低烟的焊条;采用无污染、节能环保的绿色涂料,如粉末涂料和水性涂料等,导管架飞溅区或平台水线以下涂料,应只驱赶而不杀灭海洋生物,既能防止海洋生物附着又不污染海洋环境;由于传统舾装用的岩棉和玻璃棉不可降解,废弃后将污染环境,因此,应开发高效、环保的绿色舾装材料。

3.3 虚拟设计

虚拟制造是指在计算机上利用虚拟样机来实现海洋平台产品的制造和装配全过程。它以信息技术、仿真技术、虚拟现实技术为支撑,借助建模和仿真技术,在产品的设计阶段,把产品的制造过程、工艺设计、建造计划、生产调度、库存管理、质量检验及成本核算和零部件采购等生产活动以数字化产品的形式在虚拟环境中显示出来,使人预测或感受到未来产品的形态,行为和性能,从而可以做出前瞻性的决策优化实施方案。它不需构造物理原型,便能测试和评价多种设计的某些特征,及时发现问题并纠正,达到缩短开发时间和降低成本的目的。此外,可以实现制造企业产品开发过程的集成,快速适应市场和用户的需求变化,以最快的速度向市场和用户提供优质服务。

4 海洋平台绿色制造

4.1 绿色工艺

绿色工艺的研发与应用是实现绿色制造的重要手段。所谓绿色工艺是指提高资源的综合利用率 and 生产效率,降低能耗,提高企业经济效益,减少对环境和员工健康影响的制造工艺。

4.1.1 绿色组块建造工艺

传统的组块建造工艺结构片预制完成后,直接上滑道,然后各个专业附件依次吊装、组对,占用滑道时间长,吊装作业和高空作业较多,需搭建大量的脚手架,各个工种之间交叉施工,安全风险大,成本高,已满足不了海洋石油工程高速发展的需要。为此,海油工程对传统组块建造工艺进行了革新,研究组块绿色建造工艺,结合场地实际情况,针对不同规模及参数的平台,开发了分层建造法、框架式建造法、立体分段法/切蛋糕建造法和正造法等绿色组块建造工艺。在海油工程青岛场地新工艺实施方案中,主要采用分层法建造。所谓分层建造法即以每层甲板及其上的所有机/管/电/结构组成一个单元再分别进行总装。该方法可充分利用车间内预制的优势,能够较好地利用车间内的设备、场地资源,不受外界天气的影响;小片预制速度快,确保焊接质量要求,避免高空作业,降低焊工的劳动强度;能够较好地实现组块制造流水作业的形式,提高劳动效率;每层甲板主要涂装作业将在车间内完成,可有效保护环境。该建造法在 BZ34-1WHPB 组块和 LD22-1CEP 组块建造过程中得到了应用,使组块建造周期缩短 20%,对环境保护和降低高空作业、降低施工风险,效果显著。

4.1.2 绿色焊接工艺

海洋工程焊接结构是一种大型、复杂、特殊的工程结构。它的工作环境和结构形式都与一般普通船舶和陆上结构有很大区别。在海洋工程结构的建造过程中,涉及到大量的钢材加工,焊接贯穿在各万方数据

个环节中,焊接工作量占有相当大的比例。良好的焊接工艺是满足产品质量和可靠性的有力保证。焊接作业过程中产生噪声、光、化学烟尘,而且高空作业较多,污染环境,影响作业者的健康。绿色焊接在海油工程的应用前景非常广阔。主要体现在开发节能高效的工艺,采用高效、无弧光、无粉尘污染的焊接材料和方法等方面,减少焊后打磨,提高劳动效率,改善作业环境。

(1) 高效焊接

高效焊接熔敷效率高、速度快、操作方便,自动化程度高,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自动钨极氩弧焊、自动 MIG 焊和气体保护焊等。高效焊接在海油工程中已成为平台建造中提高焊接作业效率和质量、节约资源和降低对环境负面影响的重要技术之一。

(2) 激光焊接

激光焊接过程是一种快速、几乎无任何变形的低热量输入焊接过程。激光焊接焊缝抗拉强度高,生产成本低,施工效率高。该方法可以提高平台的建造质量、缩短建造周期。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,为其在工程中的广泛应用提供了依据。

(3) 焊接工艺革新

随着我国海洋石油开发力度不断加大,工程开发建设量递增,海油工程将面临着前所未有的艰巨的生产建设任务,要高质量完成这些生产任务,一项很重要的举措就是合理利用和改造现有的焊接设备,加强焊接工艺革新,针对不同项目不同焊接质量的要求,开发相应的焊接工艺,提高整体生产效率,节能降耗。针对直径大于 914mm 的环焊缝和纵焊缝,海油工程对大钝边焊接工艺进行了二次研发,取消 STT 胀力焊封底的工作环节,实行直径 610mm 以上的管件纵缝的双面埋弧焊工艺,实现全自动的焊接方法;为了满足钻井船及自安装采油平台项目船体结构的焊接要求,焊接实验室积极研发了陶瓷衬垫焊接工艺。

4.1.3 绿色管线制造工艺

(1) 高压水射流技术

管线加工在海油工程作业过程中占有很大的比重,传统的管线切割多采用火焰加工,产生大量的烟尘和颗粒、热辐射,生产效率低,对环境造成负面影响。高压水射流技术是一种符合当今可持续发展潮流的绿色制造技术,具有点切割、切缝窄、切口质量好,工件不产生热变形等特点,很容易通过计算机实现自动控制,理论上可切割任何曲线形状的破口。其应用十分广泛,具有成本低、效率高、无污染、操作安全方便等特点。

(2) 管线连接新工艺与设备

传统海洋平台中管线采用焊接连接,劳动强度高,建造周期长,且常需进行现场高空作业。为了改进平台组块建造方法和工艺,把非焊接连接技术应用于工艺管线中,并开发相应的设备,如扩口翻边机,省略射线检查、扫线工序,缩短管线连接时间,降低连接成本。

4.1.4 绿色涂装工艺

涂装过程造成的作业场所和周围环境的污染危害操作人员的健康,甚至发生爆炸、火灾事故。因此,涂装作业中的劳动安全和工业卫生是一项突出的问题。

(1) 应用系统工程理念,实现涂装环保作业

实现平台绿色涂装,应根据现代制造理念,从全局出发,以系统工程的思想加以实施。应按照平台分片、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、提高预舾装率和分片完整性、加强涂装生产的动态管理,通过环保型的涂装工艺、涂装设备的应用,以及跟踪补涂等措施,实现环保型涂装作业的目标。

(2) 采用环保磨料和涂料,优化涂装工艺

采用无毒天然矿物喷砂磨料,如石榴石,可减少粉尘、污染物的排放,提高表面处理质量和效率;采用高性能专用涂料,合理安排工序,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,减少分片制造期间的锈蚀;选择合理的除锈等级,采用厚膜型涂料,减少涂装次数;减少涂料品种,简化工序,提高加工效率。

(3) 充分利用车间和自动化涂装设备,实现环保健康作业

利用车间广阔封闭的空间和现代化配套设施,采用专业化、自动化、大型化设备和工具,组织现代化海洋石油平台的生产。其中表面处理设备,采用机械化除锈及车间抛丸除锈喷漆生产线工艺,流水线作业,效率高,成本低,产生的粉尘和有毒有害可燃性气体经催化燃烧处理,环保安全。

4.2 员工素质

人是最终的实施者。员工的环境意识和业务素质在很大程度上决定了产品最终的绿色度,根据“七二一”规律,产品质量的 10% 取决于施工人员的素质。因此,应加强对员工环境意识的培养,环境保护知识与标准的学习,定期对员工进行绿色制造知识培训,增强员工绿色施工意识,让其真正理解,并结合工程项目的特点,有针对性地对绿色建造作相应的宣传,通过宣传营造绿色施工的氛围;然后才能真正应用其掌握的设计方法和积累的经验开展工作。同时,企业应该鼓励员工对原有的平台建造方法与工艺进行分析,发现问题,针对问题进行改进与创新。

4.3 绿色管理

绿色制造是一种先进的制造模式,更是一种制造思想。只有管理者掌握了绿色制造的实质,并具有高度的环境保护意识,对现有的资源进行优化重组,组成具有绿色制造思想的项目团队,建立绿色施工管理体系,并制定相应的管理制度与目标,才能更有效地实施绿色制造战略,从组织内部对其提供足够的支持。项目组以项目经理为绿色建造第一责任人,负责绿色建造的组织实施及目标实现,并指定绿色施工管理人员和监督人员,编制绿色建造方案,实施绿色管理,应对整个建造过程实施动态管理,加强对施工策划、施工准备、材料采购、现场施工、工程验收等各阶段的管理和监督。

4.4 并行工程

并行工程是对产品及其相关过程进行并行一体化设计的一种系统化的工作模式。它可以使产品开发者从一开始就能考虑到产品从基本设计到报废回收的整个生命周期内的关键因素进行全面考虑,强调过程中各环节信息的动态反馈,以保证产品设计的一次成功^[8,9]。

根据并行工程的思想,由设计、制造、检验、安装、维修和环保工程师组成一个团队,参与海洋平台的基本设计、详细设计和建造及检验工艺设计全过程,相互协调,从全局优化的角度出发,综合考虑海洋平台全生命周期内影响资源利用与环境污染的所有因素,持续地改善与产品有关的过程,减少产品开发过程的大反馈,缩短产品的研制周期,提高整个制造系统的资源利用率,减少废品,节约成本,提高质量,实现并行绿色制造工程。

4.5 绿色制造评价标准与机制

企业活动对影响环境的行为主要发生在制造过程中,因此需要建立直接针对制造过程和特点的绿色评价体系。根据 ISO14000 和 ISO18000 管理体系,采用全生命周期评价的观点,运用先进的评价方法,如模糊综合评价法,首先对某些特定的项目建立绿色评价标准与机制,积累经验,逐步建立完善的动态的评价系统和数据库,进一步促进建造工艺的革新和绿色制造技术的发展。

5 结语

(1) 本文结合绿色制造技术与海洋平台建造的特点给出了海洋平台绿色制造的定义,及实施绿色海洋平台制造的战略意义和基本要求。

(2) 本文从设计方法、材料选择对绿色海洋平台设计及从组块建造工艺、焊接工艺、制管工艺、涂装工艺、绿色管理、人员素质和绿色制造的评价等方面对绿色海洋平台制造等战略问题进行了论述和探讨,提出了有关的见解和决策,可作为进一步进行海洋平台绿色制造研究和实施的基础。

参考文献:

- [1] MEINGK S A, SMITH R T. Green manufacturing [m]. Dearborn, USA: Society of Manufacturing Engineers, 1996.
- [2] 刘飞, 曹华军. 绿色制造理论体系框架 [J]. 中国机械工程, 2000, 11(9): 979-982.
- [3] 刘飞, 张华, 等. 绿色制造——现代制造业的可持续发展模式 [J]. 中国机械工程 1998, 9(6): 76-78.
- [4] 刘光复, 刘志峰, 等. 绿色设计与绿色制造 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2001.
- [5] 赵正平. 船舶绿色制造技术初探 [J]. 造船技术, 2003, 5: 5-8.
- [6] 蔡建国. 绿色产品设计 [M]. 机械设计手册第 37 篇 (新版), 2007.
- [7] 何彦, 刘飞, 等. 面向绿色制造的工艺规划支持系统及应用 [J]. 计算机集成制造系统, 2005, 11(7): 975-980.
- [8] 王润孝, 等. 先进制造系统 [M]. 西安: 西北工业大学出版社, 2001.
- [9] 郁鼎文, 陈恩. 现代制造技术 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2006.

Discussion of Green Manufacturing and Its Application in Offshore Platform Engineering

SONG Guang-xing, SONG Zheng-rong, PAN De-feng
(Offshore Oil Engineering Co., Ltd., Qingdao, 266520, China)

Abstract

Pursuing the green manufacturing of products is beneficial to the alleviation of resource and environment burdens. A basic conception of green manufacturing for offshore platform, its significance and benefits for protecting environment are discussed. Green manufacturing is involved in every aspect of platform manufacturing processes. Design principle and material selection for green design, process principle, equipments, man factor, green management and green evaluate for manufacturing processes in offshore oil platform engineering are introduced in this paper.

Key words: offshore platform; green design; green manufacturing; environment impact

作者简介

宋广兴 男, 1981 年生, 硕士研究生。

宋峥嵘 男, 1968 年生, 工程硕士, 高级工程师。

潘德峰 男, 1975 年生, 学士, 工程师。

作者: [宋广兴](#), [宋峥嵘](#), [潘德峰](#), [SONG Guang-xing](#), [SONG Zheng-rong](#), [PAN De-feng](#)
作者单位: [海洋石油工程股份\(青岛\)有限公司, 青岛, 266520](#)
刊名: [中国造船](#) **ISTIC** **PKU**
英文刊名: [SHIPBUILDING OF CHINA](#)
年, 卷(期): 2008, 49(z2)
被引用次数: 0次

参考文献(9条)

1. MEINGK S A, SMITH R T [Green manufaeturing](#) 1996
2. 刘飞, 曹华军 [绿色制造理论体系框架](#)[期刊论文]-[中国机械工程](#) 2000(09)
3. 刘飞, 张华 [绿色制造—现代制造业的可持续发展模式](#)[期刊论文]-[中国机械工程](#) 1998(06)
4. 刘光复, 刘志峰 [绿色设计与绿色制造](#) 2001
5. 赵正平 [船舶绿色制造技术初探](#)[期刊论文]-[造船技术](#) 2003(05)
6. 蔡建国 [绿色产品设计](#). [机械设计手册](#) 2007
7. 何彦, 刘飞 [面向绿色制造的工艺规划支持系统及应用](#)[期刊论文]-[计算机集成制造系统-CIMS](#) 2005(07)
8. 王润孝 [先进制造系统](#) 2001
9. 郁鼎文, 陈恳 [现代制造技术](#) 2006

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_zgzc2008z2019.aspx

授权使用: 武汉理工大学(whlgdx), 授权号: d54d12e9-0e7a-4b36-ad90-9ea400a54b92

下载时间: 2011年3月12日