

# 船舶建造用脚手架工作平台搭设的图面化设计

刘进魁,刘 杰,姜俊勇,吕永民

(大连新船重工有限责任公司 船研所,辽宁 大连 116021)

**提 要** 本文结合船舶建造施工情况,阐述了脚手架工作平台搭设图面化设计的重要性、必要性,针对图面化设计作了研究和分析。

**主题词** 造船 脚手架 结构设计

## 1 前言

随着船舶建造技术的不断发展,各造船企业愈来愈追求壳舾涂一体化和CIMS造船方法。船舶建造具有立体交叉作业的特点,因而脚手架的使用是不可避免的。船舶建造用脚手架的搭设,有些毋需借助所建船舶本身结构,但从简便、快捷、实用角度而言,依托船体本身结构的脚手架形式,则更适合于中国造船企业的特点。实际上,该种脚手架在中国船厂占有很大的比例。

但是,这种脚手架的搭设,各船厂基本上都采用由工人现场确定位置,现场焊接临时件等现场操作的方式。这种方式虽然简单,但从搭设的合理性、安全性,以及对保证分段和舱室的完整性要求来看,均存在缺陷。

大连新船重工为了解决这一问题,在学习国内外船厂经验的基础上,采取了脚手架布置图面化的方式,很好地解决了这一问题。

## 2 脚手架安装必须遵循的原则

脚手架作为船舶建造过程中工人的工作平台,既要保证使用时安全可靠,又要考虑搭设及拆卸时方便灵活,同时还要适应船舶线型和结构的要求。因此,脚手架图面化施工要遵守以下五方面原则。

(1)人员安全。选用的脚手架系统必须给人以踏实的安全感,要有防止意外情况的切实措施,使登上脚手架的高空作业人员和脚手架影响范围内的其他人员、设备的安全有可靠的保障。现场施工中,眼板与母材焊接质量、脚手架搭设形式要统一,要求形成规范,杜绝各类隐患,做到船东及船检人员上船检验时对脚手架的安全性没有异议。

(2)保证建造质量。船舶建造过程中,高空焊接作业较多。焊接是船舶建造质量的重中之重,脚手架搭设的方位对焊接质量有较大影响。因此,现场施工用脚手架必须满足有关规范的规定和施工作业对脚手架的要求,做到搭设及时到位,保证焊接质量。

(3)有利建造进度。加强脚手架搭设的统一设计管理,充分考虑便于多个作业面同时作业,充分利用高空作业空间,减少场地狭窄给施工带来的不利,尽量缩小脚手架占用的施工空间,为施工现场文明,人流、物流畅通提供条件,从而加快建造进度。

(4)施工程序的连续性。把分段制作与脚手架眼板焊接工作,由相互独立、互不干涉,变为脚手架眼板焊接工序前移。在分段制作成型后,脚手架眼板就焊接完毕,在分段合拢前进行预装,力求做到分段合拢工序没有时间间隔,实现程序化的连续施工。

(5)人力和材料使用的经济性。在整艘船中,搭设脚手架使用材料较多。特别是近年来,公司所承建的船舶吨位大、数量多,搭设脚手架所需材料数量巨大,而要求搭设和拆迁周期短,造成人力和材料使用上的矛盾,这就要求在脚手架图面化设计过程中考虑分段合拢顺序和脚手架搭设的关系,使人员和材料的使用合理化。

## 3 脚手架搭设方案比较

### 3.1 脚手架类型

根据脚手架的结构、使用方法和使用位置的不同,船体分段合拢时使用的脚手架搭设方式,有三角架式、链条式、单臂式、着地式(马架子)、简易支架式、圆形钢管组合支架式、机械化吊篮和高空作业工程车操作平台等。其中链条式又可以为单层和多层(合理化吊板)两种。目前,货舱区域脚手架图面化主要采用的是三角架式、单臂式、链条式(单层)三种形式的脚手架。下面主要介绍这三种的形式脚手架。其余形式的在脚手架图面化中使用比较少,具体情况由施工人员根据现场情况来确定,这里不作详细叙述。

### 3.2 脚手架眼板类型及其选用

现场施工使用的脚手架眼板,根据不同用途和与其相配的支架结构,可以分为A、B、C、D、E、F、G等型号,统一尺寸、材质,集中制作。其中A、F型眼板与链式脚手架相配合,其承重量较大,主要用在甲板等不可切除的区域;B、C型眼板与A型眼板配合使用,B、C型眼板之间的主要区别是,B型眼板的承重量较大,可以承受多层吊板的重力,而C型眼板只能承受单层吊板;D型眼板主要与三脚架式脚手架配合使用;E、G型眼板主要与单臂式脚手架配合使用。

### 3.3 三角架式脚手架

三角架式脚手架由三根角钢焊接而成,主要使用在内壳纵壁合拢焊缝;横向隔舱无结构一侧合拢焊缝;纵向隔舱壁无结构一侧合拢焊缝等,其结构如图1示。

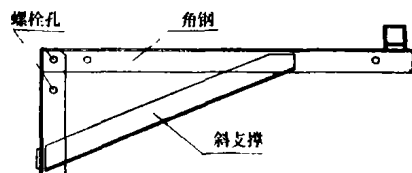


图1

其特点是:(1)眼板与母材焊接点受力少,对母材强度影响小;(2)稳定性增加,承重量较大,安全性强;(3)可在分段总组时安装,加快合拢速度;(4)拆卸方便;(5)单体质量大,对结构尺寸有一定要求。

### 3.4 单臂式脚手架

单臂式脚手架由一根角钢制作而成,主要使用在横向隔舱壁有结构一侧合拢焊缝;纵向隔舱壁有结构一侧合拢焊缝等。它克服了三角架式脚手架本身结构尺寸大、质量大给现场施工带来的诸多不便。单臂式脚手架将逐渐取代三角架式脚手架。其结构如图2示。



图2

其特点是:(1)结构简单,质量小,利于现场施工;(2)无斜支撑架,本体较长,对于纵骨无特殊要求,通用性好;(3)工作空间大,施工方便,回转安全可靠;(4)拆卸方便。

### 3.5 链式吊板

链式吊板分为单层和多层(合理化吊板)两种,单层链式吊板主要用于甲板下焊缝和焊后脚手架拆

卸困难的水平焊缝的焊接作业。按安装形式和自身结构,单层链式吊板可再细分为甲板下和水平焊缝两种,如图3、图4示。

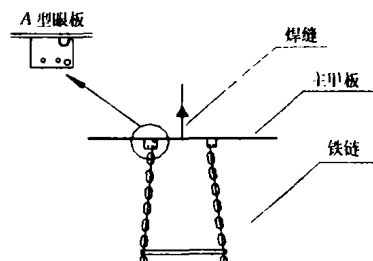


图3

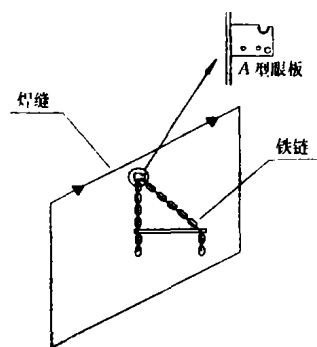


图4

其特点是:(1)解决了甲板下和水平焊缝的焊接难题;(2)眼板与母材焊接点受力过大,存在焊点脱焊和母材变形的隐患;(3)施工时容易摇晃,存在安全隐患。

## 4 脚手架布置图面化实现的手段

### 4.1 脚手架布置图面化的图纸依据

脚手架在图纸上布置,必须依据船体基本结构图和船舶建造方法工艺文件,如分段划分图、建造方案、合拢顺序等,以及必要的舾装件及设备布置图。设计人员必须在充分了解船体结构和建造方法以后,才能布置出合理的脚手架搭设方案。

### 4.2 图面化的适用范围

从船舶类型来看,脚手架的图面化最适合于油船,因为油船舱室结构简单,舾装设备少。

从船舶区域来看,脚手架的图面化最适合于船舶的货油舱区,因该区域空间大,易于在图纸上布置,而机舱等其他区域,因设备、管子等错综复杂,很难在图纸上完整布置出合适的脚手架。另外,由于机舱等区域相对于货油舱而言,空间较小,易于现场搭设和处理。

因此,大连新船重工脚手架布置图面化绝大部分工作在货油舱区域,而其他区域仍采用现场确定的方式。

#### 4.3 脚手架图面化的设计深度

脚手架图面化的主要目的是预先设计,提前安装,如果仅限于基本结构的总布置图,则施工现场较难操作,容易引起混淆。因此,将总布置图拆解成按分段出图的方式,则为以分段为中间产品的成品化工作打下了基础,也使现场施工容易操作。

#### 4.4 脚手架图面化的实现手段

脚手架图面化要满足工期要求,跟上分段建造节拍。因此,大连新船重工采用在 Tribon 工作站上利用船体结构背景图,很容易满足这些要求。首先,工作站上可以看出结构之间的立体关系,使设计人员所作的布置合理,避免和结构等相碰。其次,有了工作站的背景图,作图、出图都比较顺利,容易跟上生产设计人员发图及分段制作的节拍。

### 5 脚手架图面化的效果分析

大连新船重工自 1999 年开始推行脚手架布置图面化以来,在 6.8 万吨级油船上、15 万吨级浮式采储卸油装置上、超大型原油船上,以及 5 600 箱集装箱船等船上应用了该课题成果,取得了很好的效果。总结起来有以下几方面的优点。

(1)规范了脚手架搭设的方式,增加了安全性。脚手架搭设图面化设计,是经专业设计人员对脚手架搭设方式进行研究后,而获得了进一步规范化,因而避免了现场施工的盲目性,不系统性。更重要的是,规范了各道工序及工种的施工范围及规范,提高了脚手架施工和使用的安全性。

(2)加强了船厂与船东之间的沟通。由于油船等船型结构的特殊性,有些脚手架的眼板用过后难以切除,只能永久性保留。现场布置的脚手架,往往未经船东、船检认可,最后交船时,经常发生一些意见不统一的情况。有些情况往往令船厂措手不及。经

过图面化后,脚手架布置图预先与船东、船检沟通、会签,对保留及切除情况作了规定,很好地解决了可能产生意见分歧的问题。

(3)有问题及早发现。通过预先在图纸上的布置,可以先期发现不同船型脚手架搭设的难度,尽早解决问题。如在超大型原油船的脚手架布置中,发现结构骨材比常规船舶大上许多,达到 700mm,原先的三脚架式脚手架不适合要求,从而及早开发出了适合大型材的脚手架形式。

(4)有利于脚手架的改进与新型脚手架的开发。设计人员专门布置脚手架,很好地实现了理论与实际相结合,在设计施工过程中不断发现新问题,对原有脚手架形式进行了改进,并开发出新型的脚手架。我公司自推行该工作以来,共改进、开发新型脚手架 5 种,得到了公司领导及施工部门的认可。

(5)有利于壳舾涂一体化造船的实现。现代造船模式讲究以中间产品为导向的造船方式,追求中间产品的成品化,提高工作效率。脚手架眼板图面化实现以后,在分段涂装以前就将这些临时附件提前完成,保证了分段的完整性,避免了后装眼板对油漆等的破坏。

### 6 结束语

脚手架图面化在我公司已实行两年有余,由于在施工前已经根据工艺流程的情况进行预先布置,使部分工序前移,因而,使以往现场临时搭设脚手架所存在的问题得以基本解决。正是由于脚手架图面化工作的顺利开展,使现场施工环境更安全、更有序,大大提高了劳动效率,受到船东、船检及公司上下的肯定。

但由于公司在该方面的设施配备,应用时间,以及生产组织有序化等方面的限制,这项工作还有很多难题需要解决。脚手架图面化的工作将在原有成果的基础上,开拓创新,深化设计,学习先进的设计思想、方法。

识,难免存在谬误之处,欢迎业界专家指教。总而言之,海洋油气工程装备已成为船舶工业新产品研究开发的重要领域,愿各有关方面以党的“十六大”和中央经济工作会议精神为指导,与时俱进,携手合作,共同开创海洋油气工程装备研制、生产的新局面,为我国海洋油气资源开发作出新的贡献。

[上接第 7 页]

柱产品;在海洋油气工程装备形成规模经营、促进自我发展的同时,为推动我国海洋油气产业的快速发展作出应有的贡献。

### 5 结语

以上是笔者对海洋油气工程装备开发的粗浅认