

船舶焊接变形的控制与矫正

刘志刚

(九江长江港航监督局,九江 332000)

摘要:分析焊接变形产生的原因和种类,强调在船体设计、结构设计、施工工艺等工作中应充分考虑如何控制焊接变形,总结船体焊接变形的矫正方法。

关键词:焊接变形;控制;矫正

中图分类号:U671.83 **文献标识码:**A

Abstract:Through analysis on the reasons of causing welding deformation, the basic methods to control and rectify the welding deformation in shipbuilding were discussed.

Key words:welding deformation; control; rectification

1 前言

船体结构是一种典型的焊接结构。据统计,现代造船中焊接工作量在整个船体建造总工作量中占相当大的比例,焊接的质量和生产效率直接影响到船体的建造周期、成本和使用性能。对船体钢板比较薄的船舶来说,焊接引起的变形更为严重,如不能很好地控制焊接变形,将会给船体装配、主辅机系统的安装带来极大困难,甚至达不到质量检验要求,施工中焊接变形的控制与矫正显得尤为重要。

2 焊接变形产生的原因

电弧焊是一个不均匀的快速加热和冷却的过程,焊接过程中及焊后,焊接构件都将产生变形。影响焊接变形最根本的因素是焊接过程中的热变形和焊接构件的刚性条件。在焊接过程中的热变形受到了构件刚性条件的约束,出现了压缩塑性变形,这就产生了焊接残余变形。

2.1 影响焊接热变形的因素

1)焊接工艺方法。不同的焊接方法,将产生不同的温度场,形成的热变形也不相同。一般来说自动焊比手工焊加热集中,受热区窄,变形较小。 CO_2 气体保护焊焊丝细,电流密度大,加热集中,变形小,比手工焊更适合于薄板结构的焊接。

2)焊接参数,即焊接电流、电弧电压和焊接速

度。线能量愈大,焊接变形愈大。焊接变形随焊接电流和电弧电压的增大而增大,随焊接速度增大而减小。在 3 个参数中,电弧电压的作用明显,因此低电压高速大电流密度的自动焊变形较小。

3)焊缝数量和断面大小。焊缝数量愈多,断面尺寸愈大,焊接变形愈大。

4)施焊方法。连续焊、断续焊的温度场不同,产生的热变形也不同。通常连续焊变形较大,断续焊变形最小。

5)材料的热物理性能。不同的材料,导热系数、比热和膨胀系数等均不相同,产生的热变形也不相同,焊接变形也不相同。

2.2 影响焊接构件刚性条件的因素

1)构件的尺寸和形状。随着构件刚性的增加,焊接变形愈小。

2)胎夹具的应用。采用胎夹具,增加了构件的刚性,从而影响到焊接变形。

3)装配焊接程序。装配焊接程序能引起构件在不同装配阶段刚性的变化和重心位置的改变,对控制构件的焊接变形有很大的影响。

一般来说,焊接构件在拘束小的条件下,焊接变形大,反之,则变形小。

3 船体焊接变形的种类

任何焊接结构的焊接变形,总是由一些基本类型的焊接变形所组成,船体结构也不例外。焊接变形可分为整体变形和局部变形。整体变形就是焊接以后,整个构件的尺寸或形状发生的变化,包括纵向和横向收缩(总尺寸缩短),弯曲变形(中

收稿日期:2001-09-09

作者简介:刘志刚(1975-),男,学士,助理工程师

拱、中垂)和扭曲变形等。局部变形是指焊接以后构件的局部区域出现的变形,包括角变形和波浪变形等。

4 控制船体焊接变形的原则与方法

焊接过程中的热变形和施焊时焊接构件的刚性条件是影响焊接残余变形的两个主要因素。根据这两个主要因素可以认为焊接残余变形是不可避免的,即完全消除焊接变形是不太可能的。控制焊接残余变形必须从船体结构设计和施工工艺两个方面同时采取措施。

在船体结构设计上除了要满足船舶的强度和使用性能外,还必须满足船舶制造中焊接变形最小及耗费劳动工时最低的要求。焊接工艺是船体施工中的重要工艺之一。合理的焊接工艺是减少焊接变形,减少应力集中的有效方法。船体结构不按照焊接工艺特点进行设计,将带来过大的残余变形,削弱船舶强度,影响船舶使用性能。

在船体结构设计方面,为了控制船体焊接变形,设计院、船厂在设计中采取了各种措施,如将船体分为若干小部件与船体分段,使焊接变形分散在各个部件上,便于船体变形的控制与矫正;使船体焊缝的布置与船体分段截面中性轴对称或接近截面中性轴,避免焊接后产生扭曲和过大的弯曲变形;对每一条主要焊缝,尽可能选择小的焊脚尺寸和短的焊缝;避免焊缝过分集中和交叉布置;尽可能采用宽而长的钢板或能减少焊缝数量的结构形式(如槽形舱壁)等等。

在施工工艺方面,为了控制船体焊接变形,应做到:

- 1) 在无装配应力强制下进行船体装配;
- 2) 采用自动埋弧焊和其它气体保护焊工艺;
- 3) 合理选择焊接规范参数和装配焊接顺序。

在焊接工艺上尽可能合理运用刚性固定法,反变形法。刚性固定法和反变形法是控制焊接变形的最基本方法。

刚性固定法是船厂施工中常采用的一种控制变形的办法,是将构件固定在具有足够刚性的平台或胎架上,待焊接构件上所有焊缝冷却到室温时再去掉刚性固定。这时焊接构件产生的变形将大大小于在自由状态下焊接的变形。船体装配焊接中广泛使用各种形式刚性固定法,如临时加强筋板,临时点焊加强角铁,分段四周定位焊,船体

分段和胎架螺栓连接,各种直线拉马和弧形拉马等等。

反变形法即船体装配焊接前,预先给船体分段或构件一个反变形值,其大小应等于或大于船体分段焊后变形,但方向相反。利用此法可使船体分段变形消除或减少到最小。如放样时预放反变形量,装配时加放焊缝收缩余量等等都是属于反变形法范畴。

5 船体焊接变形的矫正

船体建造过程中,虽然在船体结构设计和施工工艺上采取措施来控制施工中所产生的焊接变形,但由于焊接过程的特点和船体施工工艺的复杂性,一般来讲,产生焊接变形是不可避免的,对出现的超过设计要求的焊接变形必须进行矫正。

矫正工艺只限于矫正焊接构件的局部变形,如角变形,弯曲变形,波浪变形等等,对于船体结构的整体变形如纵向和横向收缩(总尺寸缩短)只能通过下料或装配时预放余量来补偿。矫正变形的的方法有两种,即机械矫正法和火焰矫正法。

机械矫正法是在室温条件下,对焊接构件施加外力,使构件压缩塑性变形区的金属伸展,减少或消除焊缝区的塑性变形,达到矫正变形的目的。机械矫正变形法容易引起金属冷作硬化,消耗材料一定数量的塑性储备,因此,只能用于塑性良好的材料,不允许对塑性较差或脆性材料进行机械矫正。实际生产中,机械矫正法矫正过程中可以使用专用的大型油压机、水压机、顶床或人工利用大锤矫正。

火焰矫正法是通过加热对变形构件伸长部分金属进行有规则的火焰集中加热。冷却后,焊接构件这部分金属获得不可逆的压缩塑性变形,使整个焊接构件变形得到矫正。火焰矫正法同样要消耗材料一部分塑性,对于脆性材料或塑性差的材料要谨慎使用。要适当控制火焰加热的温度,温度过高材料机械性能降低,温度过低使矫正效率降低。由于冷却速度对矫正效果不产生任何影响,船厂多采用边加热边喷水冷却的方法,既提高了工作效率,又提高了矫正效果。

综上所述,船舶建造过程中,焊接变形是不可避免的,只能采取有效的方法、措施控制焊接变形,并对超出公差要求的焊接变形进行矫正,从而既满足船舶强度和使用性能,又满足经济性要求。