

区域造船精度控制标准体系研究

中国船舶工业船舶工艺研究所 唐汉帆

摘要: 论述造船精度控制标准的概况,提出适应区域造船技术需要的精度控制标准体系,并对该标准体系的结构、层次进行了分析。

关键词: 标准体系 精度控制 区域造船

1 概述

船舶建造精度直接影响着分段装配、船台装配的现场修正工作量。据统计,船台修正工作量,一般要占船体工作量的40%,而装配作业上花费在现场修正的工时约占装配总工时的70%。因此,精度控制是区域造船中的一项关键技术。

造船精度控制技术是以数理统计为理论基础,以补偿量取代余量为核心,通过先进的工艺技术手段和科学的管理方法,对船舶建造进行全过程的尺寸精度分析和控制,最大限度地减少现场的修整工作量,从而达到提高生产效率、降低建造成本,保证建造质量,缩短造船周期,增加经济效益的目的。

造船精度控制技术归结起来,可以分为三个阶段。

1) 分段上船台(船坞)前进行预修正,以满足分段合拢装配的尺寸精度要求;

2) 平直分段进行建造全过程的尺寸精度控制,与曲面分段预修正尺寸精度控制相结合;

3) 对全船所有分段进行建造全过程的尺寸精度控制。

这三个发展阶段反映了造船精度控制技术的三种工艺技术。为了实施精度控制技术的基本准则,通过长期生产实践和经验积累,制订了相关的各类标准,以满足造船精度控制技术发展的需要。

随着造船理论与造船技术的发展,造船生产模式正在由分段制造法向区域制造法过渡,逐步实现以船舶区域、作业类型和施工阶段分类,按“中间产品”的要领组织造船的流水生产。但是,现在精度控制方面标准不论在数量或质量上都已不能满足造船技术进步的要求。因此,为了适应区域造船技术发展的需要,在总结新的科研成果和生产经验的基础

上,建立起初步的区域造船精度控制标准体系,并以此体系为依据,进一步有计划、有系统地编制相关标准,使该标准体系日臻完善是十分必要的。

2 国内外精度控制标准概况

2.1 国外概况

国外造船精度控制标准按其适用范围一般分为,行业标准,企业标准。日本的JSQS标准是日本造船学会钢船工作法委员会第一分科会主编的适用于日本造船行业的建造精度标准。该标准的制订是建立在理论与生产实践的基础上,标准制订的原则,一是满足设计,二是适应生产,三是以最低成本满足设计与适应生产。JSQS标准是在积累了日本各地区船厂过去建造各种类型船舶的大量检测数据后,通过数据统计的方法进行分析,确定误差的标准范围和允许极限值,因而,该标准基本上是切合生产实际的。当然,也由于受到生产条件的限制,一些标准值不一定完全和实际情况相一致,或者由于设备更新,工艺改进而使精度得到提高时,就相应标准进行定期的修订。

日本的精度控制企业标准是根据JSQS行业标准,结合本企业的生产特点为了确保建造质量而制订的标准。经与JSQS标准相对照,企业标准与行业标准大体是一致的,某些方面,企业标准要比JSQS标准规定得细,规定得严。

2.2 国内概况

2.2.1 采用国外标准情况分析

为了确保军船和民船的建造质量和精度,我国自1982年以来先后制订了一些精度控制的基础标准。例如:1982年制订了CB/Z183-82“潜艇船体建造精度要求”,1999年修订后,现标准号为GJB3542-99。1983年制订了CB*3136-83“船体建造精度标

准”,1995年修订后,现标准号为CB/T3136-95。1983年制订了CB*3195-83“中小型船舶船体建造精度”,1995年修订后,现标准号为CB/T3195-95。1999年制订了GJB3182-98“水面舰船船体建造精度要求”等。在这些基础标准指导下,同时制订了一些精度控制的作业标准,例如:CB*3123-82“轧制钢材气割面质量标准”。CB*3324-87“钢质舭装件精度要求”,1995年修订后,现标准号为CB/T3323-95。CB/T3604-93“船台划线质量要求”等。

我国造船要跨入国际造船的先进行列,只有以质量求信誉,作为衡量船体建造质量水平的船体建造精度标准,必须向国外造船先进标准靠拢。因此,我国一开始制订造船精度控制标准时就参照日本、

苏联、联邦德国等国外先进标准。例如,我国的原CB*3136-83“船体建造精度标准”中,船体主尺度和船体形状偏差值,见表1。从而使我国造船精度控制的标准水平,发生了跨越式的发展,很快与国际水平相接轨。

造船精度控制标准的制订为我国船舶产品进入国际市场奠定了基础。从1980年以后我国开始承接出口船,船舶出口量逐年增长,目前船舶年产量已达世界第三位,其中造船精度控制标准发挥了很重要的作用,提供了技术保障。由于造船精度控制标准与国际水平相符合,因而,现在国内船厂不论是建造出口船,还是国内船,精度控制都按照国内的标准执行,一般不采用国外标准。

表 1

单位:mm

项 目		国外造船精度标准			CB*3136-83
		日 本	苏 联	联邦德国	
船体主尺度偏差	总长 L	每 100m ± 50	每 100m ± 50	每 100m ± 100	± 0.1% L _{TP}
	垂线间长 L _{TP}	每 15m ± 15	每 15m ± 5	每 10m ± 10	± 0.1% B
	型宽 B	每 10m ± 10	每 10m ± 5	且 ≤ 40	± 0.1% D
	型深 D			每 10m - 10	
船体形状偏差	底龙骨不平整	± 25	每 100m ± 25	每 100m ± 25	± 25
	艏上翘	± 30	± 20		± 20
	艉上翘	± 30	± 30	+ 50 - 25	± 30
	艏部船宽方向下垂	± 15			± 15

2.2.2 国内船厂采用各级标准情况分析

国内船厂特别是大、中型船厂,为了确保达到造船精度控制的目的,使船厂的造船精度既能反映本企业的建造质量水平,又能满足国家和行业标准的要求,制订了企业标准,也是一种“内控标准”。行业标准是制订企业标准的依据,企业标准是制订行业标准的基础,二者之间有着内在联系,相互促进共同提高。

国内船厂在制订的企业标准基础上,为保证造船精度能控制在企业标准范围内,制订了作业标准。精度控制作业标准是船厂长期来在船舶建造中实施精度控制的经验总结,即反映了优秀操作人员的最佳作业方法与所控制的精度数值,又能满足船厂企业标准的有关要求。

目前国内船厂在船舶建造中主要采用企业标准作为精度控制的依据,精度控制企业标准包括技术和管理两个方面。

1) 技术方面

(1) 编制产品技术文件

船厂技术部门按产品设计要求,编制产品的“建造精度标准”、“精度验收项目”、“质量评级标准”等文件,这是贯彻船厂企业标准的技术基础工作。

(2) 编制施工工艺文件

精度设计是产品施工工艺文件的重要内容之一,在编制施工工艺文件时,技术部门按照产品的精度设计方案,将船体各零件、部件、分段的补偿量、余量及其切割时机,反映在生产设计图纸或施工工艺文件上。某些补偿量的数值,根据船厂企业标准要求的目标值进行分配后确定。例如,根据企业标准,船体垂线间长的建造精度值为 ± 0.1% L_{TP},即长度每 1000mm 允许偏差为 ± 1mm。如果某产品的肋距为 600mm,那末,为了使船体垂线间长的建造精度不超差,按标准值可推算出该产品的每档肋距的收缩量必须控制在 ≤ 0.6mm 内。如果按该船的结构与焊接工艺估算出该船的肋距收缩量可能会超差,则应采用增大对接缝肋距补偿量或加放每档肋距收缩量的值,以确保达到企业标准的目标值。

另外,根据精度控制的要求,还应将船体零件加

工、部件、分段及船台装配等各工艺流程中的精度控制工艺符号,技术要求等表达在生产设计图上,使操作人员与管理人员一目了然。因此编制施工工艺文件是实施精度控制的有效措施。

2) 管理方面

(1) 编制作业标准

作业标准是船厂以达到企业标准为目标,总结长期来船舶建造精度控制的实践经验,而制订的各工种的基本操作要领与精度控制值的一种管理标准,主要包括:

- ① 放样操作要领;
- ② 划线操作要领;
- ③ 切割操作要领;
- ④ 加工操作要领;
- ⑤ 装配操作要领;
- ⑥ 检测操作要领等。

作业标准是实施造船精度控制,提高建造质量的基本保证,也是作为对操作者进行岗位培训的教材之一。有些船厂把作业标准汇编成小册子,操作者人手一册,并加强考核,操作者的技能和素质不断提高,有力地保证了船厂企业标准的贯彻执行。

(2) 编制精度控制检测表

船舶建造从零件加工至船台装配,零件数量成千上万,工艺流程迂回周转,要实施精度控制单靠专职检测是不够的。船厂采用各工种作业精度控制检测表,实行自检、互检和专检相结合,对检测数据进行记录,并绘制管理图表。当发现精度有超差,就及时分析,作出反馈处理,使工序施工的精度始终控制在稳定的状态。

(3) 建立精度控制点

精度控制点是在作业精度控制检测表的基础上进一步对船舶建造作业过程中的关键工序,船体结构的重要部位、船体工艺要求控制的某些尺寸,所设立的特别检测点,并绘制出精度控制点的布置图,以使用作进行全数检测,确保产品的精度达到船厂企业标准的要求。

3 区域造船精度控制标准体系

3.1 区域造船精度控制标准体系的编制原则

根据区域造船精度控制的特点,在分析研究现有精度控制标准的基础上,对区域造船精度控制标准体系的编制提出下列原则:

- 1) 区域造船是造船方法的变革,同样引起了造

船生产模式的改变,但是标准的功能、专业的特点不会变化,因此本标准体系仍按船舶标准体系从标准的功能及专业的特点来进行。

2) 造船精度控制中工艺性技术,尤其是作业标准,不会随着造船生产模式的转化而改变,因此现有的造船精度标准都予以保留。

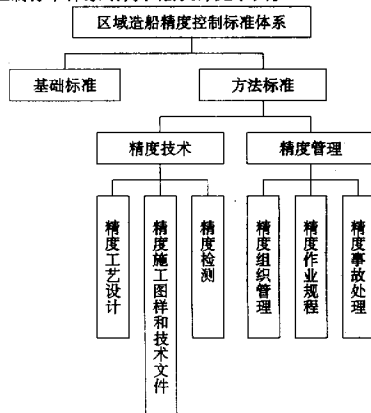
3) 由焊接引起的收缩和变形是影响造船精度的一个重要因素,因此在编制本标准体系中,将焊缝结构要素(坡口型式和尺寸),作为基本标准的内容之一。

4) 区域造船精度控制涉及大量的管理技术,而管理技术是实施精度造船的一个重要方面,但是,在现有的标准中这方面的内容比较少。通过对区域造船精度控制标准的研究,将增加管理技术的标准内容。

3.2 区域造船精度控制标准体系

按照船舶标准体系表编制从标准的功能及专业的特点来进行的要求,如将区域造船精度控制作为一个专业,则本标准体系结构可以根据其功能特点来建立。

本标准体系的功能分为基础标准和方法标准两类。基础标准主要包括:精度要素、术语、符号等。由于精度控制既含技术又含管理的专业特点,因此方法标准分解成两个层次,第一层次是精度技术标准和精度管理标准。第二层次,精度技术主要包括:工艺设计、图样文件、检测等;精度管理主要包括:组织管理、作业规程、精度事故处理等。区域造船精度控制标准体系结构和层次详见下图。



4 标准体系分析

按标准体系的结构和层次,将现有的标准和需新增订的标准列表进行分析。详见表2~8。

表2 基础标准

序号	标准名称	国内已有的标准号
1	水面舰船体建造精度要求	GJB3182-98
2	潜艇船体建造精度要求	GJB3542-99
3	921A、922A钢焊接坡口基本型式及焊缝外形尺寸	CB1220-93
4	船体建造精度标准	CB/T3136-95
5	船体结构焊接坡口型式及尺寸	CB/T3190-97
6	中小型船舶船体建造精度	CB/T3195-95
7	铜质舰装件精度要求	CB/T3324-95
8	精度控制技术语	需增订
9	精度控制工艺符号	需增订
10	精度控制对合线设置要求	需增订

表3 精度工艺设计

序号	标准名称	国内已有的标准号
1	船体结构余量发放标准	QJ/DH04.42-91
2	分段余量发放要领	QJ/DH04.48-92
3	板材余量发放要领	QJ/DH04.52-92
4	精度控制阶段划分要求	需增订
5	精度控制计划编制要领	需增订
6	分段补偿量发放要领	需增订
7	精度控制工艺技术准备一般要求	需增订

表4 施工图样和技术文件

序号	标准名称	国内已有的标准号
1	船体分段工作图设绘要领	CB/T3717-95
2	船体工作图中余量、补偿量符号的标注法	Q/DL399-96
3	船体分段余量、补偿量布置图设绘要领	需增订
4	船体外板余量、补偿量布置图设绘要领	需增订

表5 精度检测

序号	标准名称	国内已有的标准号
1	精度控制检测量具的使用技术要求	需增订
2	分段预修整精度检测方法	需增订
3	分段大合拢精度检测方法	需增订

表6 精度组织管理

序号	标准名称	国内已有的标准号
1	精度控制管理体系要求	需增订
2	精度控制管理组的职责和权限规定	需增订
3	精度控制管理工作内容要求	需增订

表7 精度作业规程

序号	标准名称	国内已有的标准号
1	轧制钢气割面质量标准	CB*3123-82
2	管子无余量下料工艺	CB/T3365-91
3	外板信息	CB/T3382-91
4	船台划线质量要求	CB/T3604-93
5	舵、轴系找中穿孔质量要求	CB/T3625-94
6	舰船船体放样要求	CB/Z41-98
7	舰体零件加工技术要求	CB/Z133-74
8	潜艇耐压船体结构加工技术要求	CB/Z134-98
9	潜艇轴系安装技术要求	CB/Z209-84
10	船体放样技术要求	QJ/DH04.41-91
11	船体放样号料质量检验标准	QB/SJ1005-84
12	船体冷热加工质量检验标准	QB/SH1006-84
13	船体装配质量检验标准	QB/SH1007-84
14	船体碳弧气刨质量检验标准	QB/SH1008-84
15	船体型材冷加工工艺标准	Q/DL154-97
16	船体型材热加工工艺规程	Q/DL155-97
17	船体板材冷加工工艺规程	Q/DL464-97
18	船体板材热加工工艺规程	Q/DL465-97
19	船体框架装配工艺规程	Q/DL493-99
20	部件装配精度控制作业规程	需增订
21	分段装配精度控制作业规程	需增订
22	分段大合拢精度控制作业规程	需增订

表8 精度超差处理

序号	标准名称	国内已有的标准号
1	船体建造超差处理工艺	SFHS502-86
2	精度超差处理的程序规定	需增订
3	精度超差处理的方法	需增订

表2~表8中列出了区域造船精度控制所需的

标准共计 52 项,其中,基础标准 10 项;精度工艺设计标准 7 项;施工图样和技术文件标准 4 项;精度检测标准 3 项;精度组织管理标准 3 项;精度作业规程 22 项;精度超差处理标准 3 项。

在 52 项标准中,国家标准(含国军标)2 项;行业标准 15 项;企业标准 15 项;需新增订标准 20 项,详见表 9。

表 9

名 称	国家标准 (军标)	行业标准	企业 标准	需新增 标准	合计
基础标准	2	5		3	10
精度工艺设计			3	4	7
施工图样和技术文件		1	1	2	4
精度检测				3	3
精度组织管理				3	3
精度作业规程		9	10	3	22
精度超差处理			1	2	3
合 计	2	15	15	20	52

5 结论、建议及对策

造船精度控制是区域造船技术的重要组成部分,精度控制除了专业技术外还涉及大量的管理内容,虽然经过多年的努力,我国造船精度控制技术得

到了一定的发展,同时也制订了一些标准,但是与国外相比仍存在着较大的差距。就精度造船与综合水平而言,差距达 10~15 年,因此加强对造船精度控制的基础工作,包括标准、检测、人员培训、设备条件保障等的研究,对于促进精度控制技术的进步和提高具有十分重要的作用。同时也为区域造船技术的发展提供可靠的技术支撑。为此提出如下对策:

1) 尽快填补精度控制标准中的空白点

从表 9 中可以发现,精度组织管理、精度检测两方面标准至今还是空白,需要新增订,而这两方面标准,尤其是管理方面的标准是精度控制标准的一个重要组成部分,也是与国外相比的一个薄弱环节,因此应尽快组织力量制订相关标准。

2) 突出重点,修订和新增订相结合

在现有的 32 项精度控制标准中,1995 年(包括 1995 年)以前制订的标准为 21 项占 65.6%。标准修订的任务很重,因此必须突出重点,建议对基础标准和精度作业规程标准两个重点首先进行清理和修订,该两方面需新增标准共 6 项可以同时进行增订,使其达到比较完整和更新的要求。

3) 加强对精度控制标准编制的投入

从表 9 中可以看出,需新增标准达 20 项占标准体系的 38.5%,因此需新增的标准工作量很大,必须加大这方面的投入才能很好完成此项任务。

中船重工集团军工部在沪召开 2002 年标准化工作会议

为落实国防科工委有关领导的指示精神,并做好 2001 年度重工集团公司的标准化工作检查总结,安排 2002 年标准化计划任务,军工部于 2002 年 1 月 15、16 日在沪召开了中船重工集团公司标准化工作会议,军工部史正乐副主任、张海明副总、七院军品部齐平主任,704 研究所邵四立处长以及军工部技术基础处唐亮武处长,七院质量办孙华副主任、重工集团标准化研究中心王如新主任、陆巧云副主任及有关人员参加了会议。

会议对重工集团公司承担的 2001 年度标准制修订项目、批准化研究项目以及其他计划管理项目的执行情况进行了检查和小结,对于 2002 年计划上报项目进行了交流。有关总结和计划按上级要求将于 2、3 月间上报国防科工委。

(方 雁)